



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

MEMORIA

Alumno: David Ederra Verano

Tutor: Félix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 25 de Junio de 2012



| | Pagina |
|---|---------------|
| <u>ÍNDICE GENERAL DE LA MEMORIA</u> | 1 |
| <u>1.- OBJETO DEL PROYECTO</u> | 4 |
| <u>2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</u> | 4 |
| <u>3.- DESCRIPCIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL</u> | 4 |
| 3.1.- ZONA DE PRODUCCIÓN | 4 |
| 3.2.- OFICINA TÉCNICA | 5 |
| 3.3.- OFICINAS DE RECEPCIÓN Y ADMINISTRACIÓN | 5 |
| 3.4.- ASEOS 1 | 5 |
| 3.5.- VESTUARIOS | 5 |
| 3.6.- ASEOS 2. (2 ASEOS) | 5 |
| 3.7.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | 6 |
| <u>4.- NORMATIVA VIGENTE</u> | 6 |
| <u>5.- PREVISIÓN DE CARGAS</u> | 7 |
| 5.1.- DEMANDA DE POTENCIA DE LA FUERZA | 7 |
| 5.2.- DEMANDA DE POTENCIA DEL ALUMBRADO | 7 |
| <u>6.- SUMINISTRO DE ENERGÍA</u> | 8 |
| <u>7.- ILUMINACIÓN</u> | 8 |
| 7.1.- CONCEPTOS GENERALES | 8 |
| 7.2.- CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS | 9 |
| 7.3.- PROPIEDADES ÓPTICAS DE LOS MATERIALES | 11 |
| 7.4.- SISTEMAS DE ILUMINACIÓN | 11 |
| 7.5.- APARATOS DE ALUMBRADO | 13 |
| 7.6.- FUENTES LUMINOSAS | 14 |
| 7.7.- CALCULO DEL ALUMBRADO | 17 |
| 7.8.- SOLUCIONES ADOPTADAS | 23 |
| 7.9.- ALUMBRADOS ESPECIALES | 24 |
| 7.10.- SOLUCIÓN ADOPTADA | 25 |
| <u>8.- TOMAS DE CORRIENTE</u> | 28 |
| 8.1.- INTRODUCCIÓN | 28 |
| 8.2.- TIPOS DE TOMAS DE CORRIENTE UTILIZADOS | 28 |
| <u>8.2.1.- Soluciones adoptadas</u> | 28 |
| 8.3.- SITUACIÓN DE LAS TOMAS DE CORRIENTE | 28 |



| | |
|--|-----------|
| <u>9.- ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN</u> | 30 |
| 9.1.- INTRODUCCIÓN | 30 |
| 9.2.- TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN | 30 |
| 9.3.- SOLUCIÓN ADOPTADA | 31 |
| <u>10.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN</u> | 31 |
| 10.1.- INSTALACIÓN DE ENLACE | 31 |
| <u>10.1.1.- Solución adoptada</u> | 31 |
| 10.2.- INSTALACIÓN INTERIOR | 33 |
| <u>10.2.1.- Solución adoptada</u> | 33 |
| <u>11.- CONDUCTORES Y TUBOS</u> | 34 |
| 11.1.- INTRODUCCIÓN | 34 |
| 11.2.- SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES | 34 |
| <u>11.2.1.- Sección de los conductores de fase</u> | 34 |
| <u>11.2.2.- Sección del conductor neutro</u> | 37 |
| <u>11.2.3.- Sección conductor de protección</u> | 37 |
| 11.3.- TUBOS | 39 |
| <u>11.3.1.- Solución adoptada</u> | 39 |
| 12.- PROTECCIONES | 41 |
| 12.1.- INTRODUCCION | 41 |
| 12.2.- PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN | 41 |
| <u>12.2.1.- Protección contra sobrecargas</u> | 42 |
| <u>12.2.2.- Protección contra cortocircuitos</u> | 43 |
| <u>12.2.3. Protección contra sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas.</u> | 43 |
| 12.3.- PROTECCION DE LAS PERSONAS | 44 |
| <u>12.3.1.- Protección contra contactos directos</u> | 44 |
| <u>12.3.2.- Protección contra contactos indirectos</u> | 45 |
| 12.4.- ELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES | 46 |
| <u>12.4.1.- Interruptores automáticos</u> | 46 |
| <u>12.4.2. Interruptores diferenciales</u> | 48 |
| 12.5.- SOLUCIONES ADOPTADAS | 48 |
| 13.- PUESTA A TIERRA DE LA NAVE | 48 |
| 13.1.- INTRODUCCIÓN | 48 |
| 13.2.- PARTES QUE COMPRENDE LA PUESTA A TIERRA DE LA NAVE. | 49 |
| 13.3.- CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO | 51 |
| 14.- COMPENSACION DE LA ENERGIA REACTIVA. | |
| COMPENSACION DEL FACTOR DE POTENCIA | 52 |
| 14.1.- INTRODUCCIÓN | 52 |



| | |
|---|-----------|
| 14.2.- CONSECUENCIAS DE UN BAJO FACTOR DE POTENCIA | 53 |
| 14.3.- PROCEDIMIENTOS DE MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA | 54 |
| 14.4.- SOLUCIÓN ADOPTADA | 55 |
| 15.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | 56 |
| 15.1.- OBJETO DEL PROYECTO | 56 |
| 15.2.- TITULAR | 56 |
| 15.3.- EMPLAZAMIENTO | 57 |
| 15.4.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. | 57 |
| 15.5.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN | 57 |
| <u>15.5.1.- Obra Civil</u> | 57 |
| 15.5.1.1.- Local | 58 |
| <u>15.5.2.- Instalación Eléctrica</u> | 59 |
| 15.5.2.1.- Características de la Red de Alimentación | 59 |
| 15.5.2.2.- Características de la acometida | 59 |
| <u>15.5.3.- Medida de la Energía Eléctrica</u> | 62 |
| 15.5.3.1.- Características del material de Alta Tensión | 63 |
| 15.5.3.2.- Características de la aparamenta de Baja Tensión | 64 |
| <u>15.5.4.- Puesta a Tierra</u> | 64 |
| 15.5.4.1.- Puesta a Tierra y soluciones adoptadas | 64 |
| 15.5.4.2.- Tierra de Protección | 64 |
| 15.5.4.3.- Tierra de Servicio | 65 |
| 15.5.4.4.- Tierras interiores | 65 |
| <u>15.5.5.- Instalaciones Secundarias</u> | 65 |
| 15.5.5.1.- Alumbrado | 65 |
| 15.5.5.2.- Protección contra Incendios | 66 |
| 15.5.5.3.- Ventilación | 66 |
| 15.5.5.4.- Medidas de Seguridad | 66 |
| <u>16.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO</u> | 67 |
| <u>17.- BIBLIOGRAFÍA</u> | 67 |
| 17.1.- REGLAMENTO EN VIGOR, NORMATIVAS, LIBROS | 67 |
| 17.2.- PÁGINAS WEB | 68 |



1.- OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto diseñar, valorar y facilitar los datos y características técnicas, según la normativa vigente, de la instalación eléctrica en baja tensión necesaria para una nave industrial cuya actividad es la fabricación de maquinaria industrial de gran longitud como trenes de laminación y procesamiento de chapa.

2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto va a determinar las condiciones en que ha de realizarse el suministro eléctrico a la nave a través de un centro de transformación, la instalación eléctrica en baja tensión, estudio luminotécnico y la instalación de alumbrado de emergencia y señalización, estudio de mejora del factor de potencia y el estudio de puesta a tierra de la instalación de la nave.

3.- DESCRIPCIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL

La nave industrial esta situada en Berriosuso (Navarra) carretera de la Ulzama Km 1.5 nave 2-B. La situación e ubicación exacta de la nave está determinada en los planos.

La nave objeto del proyecto dispone de una superficie útil de 930 m², de los cuales 130 m² se distribuyen en dos plantas para oficinas, vestuarios y aseos. El resto de la superficie se utiliza para la producción.

3.1.- ZONA DE PRODUCCIÓN

- Altura: 6.5 m.
- Superficie: 800 m²

Descripción y características constructivas de la zona de producción:

Se considera zona de producción todo espacio dentro de la nave industrial que no haya sido considerado con otro nombre.

El techo se sujeta mediante cerchas transversales y longitudinales que unen las columnas entre si y con las paredes.

La nave tiene una altura de 6.5 m. Para hacer los cálculos luminotécnicos se tendrá en cuenta que los aparatos se pueden suspender de las cerchas.

La zona de producción consta de diferentes puestos de trabajo.

Hay una zona donde se encuentran tres tornos, tres fresadoras, esmeril, y taladro.



Los puestos de trabajo no son fijos salvo en los tornos, fresadoras y taladro, ya que la producción se va realizando a lo largo de la nave conforme va creciendo la obra utilizando los cuadros auxiliares dispuestos a lo largo de la nave y utilizando el puente grúa para colocar la mayoría de las piezas debido a su tamaño y peso. La ubicación exacta de las zonas se puede ver en el documento de los planos.

Esta nave no dispone de almacén ya que debido al volumen de las piezas, estas se colocan nada más llegar en la medida de lo posible.

3.2.- OFICINA TÉCNICA.

- Longitud: 4.9 m
- Anchura: 4.9 m
- Altura: 3 m
- Superficie: 24 m²

3.3.- OFICINAS DE RECEPCIÓN Y ADMINISTRACIÓN.

- Longitud: 5 m
- Anchura: 3.4 m
- Altura: 3 m
- Superficie: 17 m²

3.4.- ASEOS 1.

- Longitud: 2.3 m
- Anchura: 1 m
- Altura: 3 m
- Superficie: 2.3 m²

3.5.- VESTUARIOS.

- Longitud: 5 m
- Anchura: 3.5 m
- Altura: 3 m
- Superficie: 17.5m²

3.6.- ASEOS 2. (2 ASEOS)

- Longitud: 1.5 m
- Anchura: 1 m
- Altura: 3 m
- Superficie: 2x1.5m²



3.7.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

- Longitud: 4.72 m
- Anchura: 2.46 m
- Altura: 2.3 m
- Superficie: 11.61 m²

4.- NORMATIVA VIGENTE

La redacción del proyecto y ejecución de las instalaciones se efectuará de acuerdo con lo prescrito en los siguientes reglamentos vigentes:

Reglamento electrotécnico de baja tensión según decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 e instrucciones complementarias.

Reglamento electrotécnico de centros de transformación según decreto 3275/85 B.O.E 288 de 11/2/82...

Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.

Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.

Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

El diseño de dicha instalación se ajustará a la norma iberdrola de obligado cumplimiento en las nuevas instalaciones a conectar a la red de distribución de iberdrola en el ámbito de la Comunidad Foral de Navarra así como en lo que se refiere a lo establecido en las instrucciones del reglamento electrotécnico para baja tensión.



5.- PREVISIÓN DE CARGAS

5.1.- DEMANDA DE POTENCIA DE LA FUERZA

| Zona | Receptor | Potencia (W) |
|--|----------------------|---------------------|
| Zona de producción | Torno (A) | 6000 |
| | Torno (B) | 6000 |
| | Torno (C) | 6000 |
| | Fresa (A) | 6000 |
| | Fresa (B) | 6000 |
| | Fresa (C) | 6000 |
| | Puente grúa | 8500 |
| | Estarctor | 1500 |
| | Compresor | 4000 |
| | Taladro | 1500 |
| | Esmeril | 1500 |
| | Cuadro auxiliar N° 1 | 42000 |
| | Cuadro auxiliar N° 2 | 42000 |
| | Cuadro auxiliar N° 3 | 42000 |
| | Cuadro auxiliar N° 4 | 42000 |
| | Cuadro auxiliar N° 5 | 42000 |
| | Cuadro auxiliar N° 6 | 42000 |
| Oficinas aseos y vestuarios | Tomas de corriente | 12000 |
| Total demanda de fuerza en la nave industrial | | 305000 |

La justificación de los enchufes, se encuentra en la parte de tomas de corriente de este mismo documento.

5.2.- DEMANDA DE POTENCIA DEL ALUMBRADO

Nota: La demanda de potencia por parte del alumbrado se ha hallado a través de los cálculos luminotécnicos realizados detalladamente en el documento cálculos.



| Zona | Receptor | Pot.Unidad(W) | Pot. Total (W) |
|--|----------------------------------|---------------|----------------|
| Zona de producción | 35 lámparas de vapor de mercurio | 250 | 8750 |
| | 8 Luminarias emergencia | 16 | 128 |
| Oficina técnica | 8 Tubos fluorescentes | 36 | 288 |
| | 1 Luminaria emergencia | 16 | 16 |
| Oficina recepción | 4 Tubos fluorescentes | 36 | 144 |
| | 1 Luminaria emergencia | 16 | 16 |
| Salade reuniones | 4 Tubos fluorescentes | 36 | 144 |
| | 1 Luminaria emergencia | 16 | 16 |
| Aseos 1 | 1 lámpara incandescente | 60 | 60 |
| Vestuarios | 4 Tubos fluorescentes | 36 | 144 |
| | 2 lámparas incandescentes | 60 | 120 |
| | 1 luminaria de emergencia | 16 | 16 |
| Aseos 2 | 2 lámparas incandescentes | 60 | 120 |
| Pasillo y escalera | 4 lámparas incandescentes | 60 | 240 |
| Centro de transformación | 2 Tubos fluorescentes | 58 | 116 |
| | 1 Luminaria emergencia | 16 | 16 |
| Total demanda alumbrado nave industrial | | | |
| 10.334 | | | |

6.- SUMINISTRO DE ENERGÍA

Los datos básicos que deberán tenerse en cuenta para el estudio, cálculo, diseño y explotación de la instalación serán:

- Compañía suministradora de la energía: IBERDROLA S.A.
- Tensión nominal: 230/400 V
- Frecuencia nominal: 50Hz Tensión máxima entre fase y tierra: 250V
- Sistema de puesta a tierra: neutro unido directamente a tierra.
- Aislamiento de los cables de red y acometida.

7.- ILUMINACIÓN

7.1.- CONCEPTOS GENERALES

Se define la luminotecnia como la ciencia que estudia las distintas formas de producción de luz así como su control y aplicación con fines industriales, artísticos y decorativos.

La necesidad de una buena iluminación y un estudio detallado de ésta, tienen su justificación en la gran importancia de la misma sobre los individuos que se someten a ella

Memoria



a la hora de realizar cualquier tipo de tareas. El conjunto de la instalación de alumbrado de una nave industrial debe, en ausencia o insuficiencia de la luz natural, proveer un nivel de luz suficiente para el desempeño de tareas visuales con un máximo de velocidad y exactitud, de una forma fácil, cómoda y económica con el mínimo de esfuerzo y fatiga.

En un principio se detallan los principales conceptos luminotécnicos y un resumen de las bases teóricas que van a fundamentar los cálculos realizados.

7.2.- CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS

La luz es una radiación electromagnética que el ojo humano percibe como claridad, es decir, es la parte del espectro que se puede ver.

• Flujo Luminoso (F):

Es la cantidad de energía luminosa emitida en el espacio por una fuente por unidad de tiempo. Su unidad de medida es el lumen (lm). El lumen se define como el flujo luminoso emitido en el ángulo sólido unitario, por una fuente puntiforme colocada en el centro de una esfera, de intensidad luminosa igual a una candela (cd), en todas las direcciones.

• Intensidad luminosa (I):

Es la intensidad del flujo luminoso de una fuente de luz, proyectada en una dirección determinada. Su unidad de medida es la candela (cd).

Se utiliza para expresar la distribución luminosa de las fuentes de luz.

• Iluminancia (E) (nivel de iluminación):

Es la cantidad de luz incidente en una superficie. Se puede definir como el cociente entre el flujo luminoso que incide sobre una superficie y el área de dicha superficie. Es independiente de la dirección con que el flujo luminoso alcanza la superficie considerada.

Su unidad de medida es el lux (lx).

• Luminancia (L):

Es la sensación de claridad que el ojo humano recibe de una superficie iluminada o luminosa (tiene importancia, por tanto, en los fenómenos de deslumbramiento). Su unidad de medida es la candela por metro cuadrado (cd/m^2).

• Uniformidad:

Es la variación de la iluminancia expresada como relación entre la máxima y la mínima, o entre la máxima y la media. Se mide en tanto por cien.

• Eficacia luminosa (rendimiento luminoso):

Memoria



Es la relación entre el flujo emitido por la fuente y la potencia empleada para obtener tal flujo, con ella se puede evaluar el ahorro de energía que puede dar una lámpara con respecto a otra. Su unidad de medida es el lumen por vatio (lm/W).

Valores indicativos del rendimiento luminoso de algunos tipos de lámparas son:

| | |
|------------------------------------|----------|
| Incandescente estándar (40 w)..... | 11 lm/W |
| Fluorescente (40 w)..... | 80 lm/W |
| Mercurio alta presión (400 w)..... | 58 lm/W |
| Halogenuros metálicos (360 w)..... | 78 lm/W |
| Sodio alta presión (400 w)..... | 120 lm/W |
| Sodio baja presión (180)..... | 175 lm/W |

• Temperatura de color:

La temperatura de color de una fuente de luz es la correspondiente a la temperatura del “cuerpo negro” que presenta el mismo color de la fuente. Su unidad de medida es el grado Kelvin (°K). Se puede decir que la temperatura es un elemento de elección cualitativa de una lámpara, así como el flujo es un elemento cuantitativo.

La Comisión Electrónica Internacional (CEI) con fines prácticos de aplicación ha sugerido la siguiente clasificación, en cuanto a correspondencia entre la apariencia de color y la temperatura de color de las lámparas:

Blanco cálido: 3000 °K
 Blanco: 3500 °K
 Blanco frío: 4200 °K
 Luz día: 6500 °K

Ejemplos de distintas temperaturas de color:

Lámparas incandescentes: 3100 °K (cálida)
 Lámparas halógenas: 3000-3200 °K (cálida)
 Lámparas fluorescentes: 2700-3000 °K (cálida)
 Lámparas fluorescentes: 3800-4200 °K (intermedia)
 Lámparas fluorescentes 6500-7400 °K (fría)
 Lámparas de vapor de mercurio: 3800-4500 °K (intermedia)
 Lámparas de halogenuros metálicos: 4200-6500 °K (fría)
 Lámparas de sodio alta presión: 2200 °K (cálida)
 Lámparas halogenuros+sodio alta presión: 3300-3800 °K (intermedio)

Existe una relación entre la temperatura de color y el nivel de iluminación de una determinada instalación de forma que para tener una sensación visual confortable, a bajas iluminaciones le deben corresponder lámparas con una baja temperatura de color y, a altas iluminaciones, lámparas con una temperatura de color elevada.

• Reproducción cromática:

Es la capacidad de una fuente de luz para reproducir los colores. Se mide con el concepto de índice de reproducción cromática R_a (índice de rendimiento de color), que es el grado

Memoria



de ajuste entre el aspecto coloreado de los objetos iluminados por la fuente considerada y el de los mismos objetos iluminados por una fuente de referencia. Se expresa por un número comprendido entre 0 y 100. Una fuente de luz con $R_a=100$ muestra todos los colores correctamente. Cuanto menor es el índice, peor es la reproducción cromática.

- **Deslumbramiento:**

Es una alteración del proceso de visión provocada por un estímulo excesivo y se manifiesta por disminución de agudeza visual, aumento del contraste mínimo perceptible y del tiempo de percepción, acomodación y reacción.

Si la fuente de luz es primaria (lámparas, luminarias, ventanas, etc.) se denomina directo, y reflejado cuando se produce por la reflexión en superficies de gran reflectancia.

7.3.- PROPIEDADES ÓPTICAS DE LOS MATERIALES

Existirán superficies que modifican la propagación de los rayos luminosos. Un rayo según en que medio esté, tendrá un índice de refracción concreto.

Cuando un rayo luminoso se ejerce sobre una superficie, una parte de la onda se puede transmitir por la superficie, otra parte puede ser rebotada y otra parte puede ser absorbida.

- **Transmisión:**

Paso de la radiación, a través de un medio, sin cambiar la frecuencia de sus componentes monocromáticas. La longitud de onda se mantiene constante.

- **Reflexión:**

Es el proceso por el cual, la radiación es devuelta por una superficie o medio sin cambiar la frecuencia de sus componentes monocromáticas.

- **Absorción:**

La energía radiante se transforma en otro tipo de energía en una determinada superficie.

7.4. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Los sistemas de iluminación se clasifican según la distribución del flujo luminoso por encima o por debajo del plano horizontal en que está la luminaria.

En función de esta clasificación y en orden creciente de flujo enviado por encima de la horizontal se dividen en iluminación directa, semidirecta, difusa, semiindirecta e indirecta.

- **Iluminación directa**



Entre el 90 y 100% del flujo luminoso se dirige por debajo de la horizontal llegando al plano de trabajo directamente, solo una pequeña parte es reflejado por las paredes y el techo. Es el sistema con mayor rendimiento luminoso pero tiene como inconvenientes el hecho de crear sombras duras y profundas y la existencia del peligro de deslumbramiento si se colocan los aparatos dentro del campo visual.

Apropiada para la obtención económica de altos niveles de iluminación sobre el plano de las mesas y de los puestos de trabajo. Por tanto se aplica en el alumbrado de talleres y en ciertas oficinas. Con este sistema de iluminación las partes superiores del local se quedan en la sombra, por lo que se reducen pérdidas de luz por las claraboyas, por lo que se aplican en caso de locales provistos de dichos elementos constructivos.

Para conseguir el nivel necesario de iluminación hay que aumentar el número de aparatos de alumbrado, para que los objetos iluminados reciban luz desde varias direcciones, con lo que se disminuye el efecto de molestas sombras.

• Iluminación semidirecta

Entre el 60 y 90% del flujo luminoso se dirige directamente hacia la superficie que se trata de iluminar. Las sombras no son tan duras y se reduce el peligro de deslumbramiento.

Se emplea en casos en que los techos no son muy altos, ya que buena parte de la luz emitida por los aparatos se dirige hacia el techo. No debe utilizarse en locales con claraboyas en el techo. Se utiliza bastante en los locales de trabajo ya que permite un elevado nivel de iluminación relativamente económico, creando sombras bastante suaves.

• Iluminación difusa o mixta

Aproximadamente la mitad del flujo luminoso se dirige hacia abajo y la otra mitad hacia el techo. Se eliminan por completo las sombras y al hacer más extensa la superficie luminosa, se reduce aún más el peligro de deslumbramiento.

Debido a la elevada reflexión de la luz sobre el techo y las paredes, desaparecen por completo las sombras de los objetos.

• Iluminación semiindirecta

Solamente entre el 10 y 40% del flujo luminoso se dirige hacia la superficie a iluminar. Se consigue una iluminación muy agradable pero un bajo rendimiento luminoso.

Se consigue la supresión de sombras y alto grado de difusión del flujo luminoso, que crea una impresión sedante sobre el ánimo del observador puede resultar favorable para ciertos trabajos de oficina, pero otras veces, la falta de plasticidad de los objetos, hace que deba acompañarse el alumbrado, de iluminación local.

• Iluminación indirecta



Entre el 90 y 100% del flujo se dirige por encima de la horizontal, hacia las paredes y el techo, que deben ser de un color muy claro para evitar instalar mucha potencia.

Las fuentes luminosas están ocultas a la vista del observador, no se aprecian zonas luminosas sino iluminadas. Tiene como inconvenientes que perjudica la visión exacta de los objetos, tiende a unificar su iluminancia y aplanarlos. Es el sistema con menor rendimiento luminoso pero el efecto conseguido es el más parecido a la luz natural, sin peligro de deslumbramiento y exento de sombras laterales.

Esta iluminación precisa de elevado consumo de energía, debido al alto porcentaje de flujo luminoso que se dirige hacia las paredes y el techo, que deben tener alto factor de reflexión, es decir deben ser de color claro. Se emplea para salas de espera o salas de recepción, a veces acompañados de alumbrado suplementario.

7.5.- APARATOS DE ALUMBRADO

La misión de los aparatos de alumbrado es la de modificar el flujo luminoso emitido por las lámparas según sean las características deseadas de iluminación, así como ocultar los manantiales luminosos de la visión directa del observador para evitar el deslumbramiento.

Los aparatos se pueden clasificar según el sistema de iluminación que producen, no obstante es más usual clasificarlos según las propiedades de la luz que aprovechan:

• Difusores

Actúan relativamente poco sobre la distribución del flujo luminoso. Su efecto es sustituir el manantial luminoso primario por el propio difusor, aumentando la superficie luminosa y reduciendo la posibilidad de deslumbramiento, a costa de una reducción del rendimiento luminoso. Los más usuales son los difusores esféricos.

Mención especial en este apartado tienen las rejillas difusoras para fluorescentes. Aunque los fluorescentes tienen una luminancia débil, muchas veces es necesario ocultarlos de la visión directa, para lo cual se dispone un conjunto de tabiques dispuestos en forma de rejillas.

Como inconveniente, suponen una disminución en torno a un veinte por ciento del rendimiento luminoso, por lo que habrá que aumentar el número de puntos de luz así como la potencia instalada. No obstante, la mejor calidad de luz obtenida y el aumento del confort provocado compensan este inconveniente. Estos dispositivos son imprescindibles en lugares como oficinas, salas de costura, etc., en los que la atención ha de ser constante.

• Reflectores

Desplazan la curva de distribución luminosa hacia abajo. Se distinguen en base al ángulo que forma con la vertical la dirección de máximo flujo luminoso.

Como este tipo de aparatos son los que se van a utilizar en este proyecto se explican mas detenidamente:

Memoria



Los tipos de reflectores en base al ángulo que forma con la vertical la dirección de máximo flujo luminoso:

Intensivo: 0-30°

Semiintensivo: 30-40°

Dispersivo: 40-50°

Semiextensivo: 50-60°

Extensivo: 60-70°

Hiperextensivo: 70-90°

Dentro de los reflectores se pueden considerar dos modelos importantes:

Reflector de superficies difusoras

Reflector que reflejan la luz de manera regular

Para las lámparas fluorescentes se van a utilizar aparatos reflectores con rejillas difusoras que son dispositivos constituidos por un conjunto de tabiques o celosías dispuestos en forma de rejilla para ocultar las lámparas a la visión directa del observador.

Se emplean en lugares donde se precisa una atención continuada, como oficinas, salas de dibujo, ya que a pesar de disminuir el rendimiento de los aparatos, proporcionan una mejor calidad de luz y aumento de confort visual.

• Refractores

Se basan en la refracción regular de la luz. A diferencia de los aparatos reflectores estos no precisan de una zona libre para la salida del flujo luminoso al exterior, ya que éste se extiende a través del refractor. Así la fuente luminosa puede quedar oculta totalmente al observador. Su función es dirigir el flujo y distribuirlo de la manera más adecuada.

• Mixtos

Aprovechan varias propiedades de la luz consiguiendo el sistema de iluminación deseado.

7.6.- FUENTES LUMINOSAS

Existen principalmente dos formas de producir luz: por incandescencia (lámparas incandescentes) o por fotoluminiscencia (lámparas de descarga).

• Lámparas incandescentes

La luz se genera como consecuencia del paso de una corriente eléctrica a través de un filamento conductor, que calentado al rojo, produce luz por efecto de la termorradiación.

Características básicas: El índice de rendimiento de color es 100 y su temperatura de color 2700 °K. Se fabrican en un margen de potencias de 15 a 2000 W aunque la gama más empleada se encuentra entre 25 y 200 W.

Memoria



• Lámparas fluorescentes

Constan de un tubo de vidrio lleno de un gas inerte y una pequeña cantidad de mercurio, inicialmente en forma líquida, y en cada uno de sus extremos va alojado un electrodo sellado herméticamente. Su funcionamiento se basa en la descarga en vapor de mercurio a baja presión.

El interior del tubo está recubierto por una mezcla de polvos fluorescentes, que convierten la radiación ultravioleta de la descarga del mercurio en radiaciones de longitudes de onda más largas, dentro del intervalo visible. Con diferentes composiciones de polvo fluorescente se puede variar el tono de luz.

No pueden funcionar mediante conexión directa a la red; necesitan un dispositivo (balasto) que limite el flujo de la corriente eléctrica a través de ella y que también proporcione el pico de tensión necesario para el encendido.

• Lámparas de vapor de mercurio a alta presión

El funcionamiento de este tipo de lámparas se produce de la siguiente forma: cuando se conecta la lámpara a través del balasto, se aplica una diferencia de potencial entre los electrodos principal y auxiliar o de arranque, lo que hace que, entre ellos y a través del argón contenido en el tubo de descarga, salte un pequeño arco. El calor generado por este arco vaporiza el mercurio, que estaba en estado líquido, permitiendo el establecimiento del arco entre los dos electrodos principales a través de la atmósfera de vapor de mercurio.

El encendido no es instantáneo, precisan un cierto tiempo (4 minutos) para que la lámpara alcance su máxima emisión. El reencendido tampoco es instantáneo (5 minutos) debiéndose esperar a que se condense el mercurio para poder cebar de nuevo el arco.

La luz de estas lámparas tiene muy mala reproducción cromática por lo que la ampolla se recubre de sustancias que aprovechan las radiaciones ultravioleta y, por el efecto fluorescente, emiten radiaciones rojas que completan su distribución espectral (a este tipo de lámparas se les denomina de color corregido).

El rendimiento de estas lámparas es muy superior a las lámparas incandescentes (varía entre 40-60 lm/w). Tienen una temperatura de color de 3800-4500 °K funcionando en condiciones normales y un rendimiento de color de 40-45.

• Lámparas de vapor de sodio a baja presión

En estas lámparas la descarga eléctrica se produce a través del metal sodio a baja presión, que emite radiación visible casi monocromática de longitudes de onda muy próximas a la de mayor sensibilidad del ojo humano (555 nm), lo que hace que sean las de mayor rendimiento (pueden llegar a 200 lm/w).



La tensión de encendido de estas lámparas varía según el tipo de 500 a 1500 voltios por lo que su conexión a la red se debe realizar a través de un autotransformador. El tiempo de encendido es de unos quince minutos, pero a los diez ya se produce el ochenta por ciento del flujo nominal. El reencendido necesita de 3 a 7 minutos.

Su vida media es de 15000 horas, con una duración útil de 8000 para funcionamiento de tres horas por encendido.

Se emplean cuando se precisa gran cantidad de luz sin importar demasiado su calidad (carreteras, alumbrado de seguridad, etc.).

• Lámparas halógenas

Esencialmente son lámparas incandescentes, a las que se añade al gas de la ampolla una débil cantidad de un elemento químico de la familia de los halógenos (flúor, cloro, bromo, yodo) con objeto de crear, por reacción química, un ciclo de regeneración del halógeno; así, se evita el problema que presentan las incandescentes convencionales, que pierden parte de su flujo luminoso con el paso del tiempo, porque el wolframio del filamento se evapora depositándose en forma de una capa oscura en el interior de la ampolla. En el ciclo, los halógenos se enlazan con el wolframio vaporizado. Cuando esta mezcla gaseosa se calienta cerca del filamento incandescente, el wolframio vuelve a depositarse sobre él y los halógenos se incorporan de nuevo al proceso.

La alta temperatura de las paredes de la ampolla, necesaria para mantener el ciclo wolframio-halógeno, exige un tamaño de la misma más pequeño, lo que obliga a que sean de cuarzo, puesto que un vidrio normal no las soportaría.

Las principales ventajas de estas lámparas, respecto de las estándar son: mayor vida media (unas dos mil horas), mejora de la eficacia luminosa, un factor de conservación más elevado (95 %), dimensiones más reducidas, temperatura de color superior y estable a lo largo de su vida (luz más blanca), lámparas compactas, de alta luminancia, que se adaptan de forma óptima a diversos sistemas ópticos para controlar los haces de luz.

• Lámparas de halogenuros metálicos

Su constitución es similar a las de vapor de mercurio a alta presión, conteniendo halogenuros (indio, talio, etc.) que mejoran la eficacia y el rendimiento de color. No producen apenas radiaciones ultravioleta (no necesitan el recubrimiento fluorescente de las de vapor de mercurio) por lo que se construyen normalmente transparentes y con ampollas cilíndricas.

Las condiciones de funcionamiento son similares a las de vapor de mercurio; sin embargo debido a los halogenuros necesitan tensiones de encendido de 1,5 a 5 kV, producidas por el correspondiente cebador o aparato de encendido. Algunos tipos permiten el reencendido inmediato en caliente mediante el empleo de arrancadores, que producen picos de tensión de 35 a 60 kV.

La temperatura de color es de 6000 °K, por lo que su apariencia es fría.



Debido a su elevado rendimiento luminoso (70-90 lm/w) y su buena reproducción cromática tienen gran variedad de aplicaciones, tanto para alumbrados interiores como exteriores.

7.7.- CALCULO DEL ALUMBRADO

Para el cálculo del alumbrado se usará las Normas Tecnológicas de Edificación para Instalaciones de Electricidad de alumbrado interior (NTE-IEI). El ámbito de aplicación será para iluminación general y uniforme de locales de forma rectangular. Los equipos luminosos estarán dispuestos de forma simétrica respecto a los ejes de simetría del local, formando mallas de rectángulos de lados iguales entre sí y paralelos a los del local. Los pasos a seguir para el cálculo serán los siguientes:

1) Dimensiones del local

a= Largura del local (eje x) [metros]

b= Anchura del local (eje y) [metros]

h= Altura del local desde el techo hasta el suelo [metros]

Hay que tener en cuenta la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo). Se tomará el valor de 1 m.

2) Determinar el nivel de iluminación (E)

Los niveles de iluminación E, en lux, correspondientes a cada local según su uso. Vienen dados en las siguientes especificaciones:

E=50-75-100 lux: Estos niveles de iluminación, se utilizarán solamente para visitas breves y esporádicas. Como por ejemplo, almacenes, estacionamientos de coches, cuartos de máquinas, basuras o contadores.

E=100-150-200 lux: Estos niveles de iluminación, se utilizarán en locales no utilizados continuamente para trabajar. Como por ejemplo, vestíbulos, escaleras, ascensores, pasillos, salas de espera, vestuarios, aseos y cuartos de baño, cocinas de vivienda, cuartos de estar y comedores, dormitorios, archivos, salas de acto, cine, teatro o conciertos.

E=200-300-500 lux: Estos niveles de iluminación, se utilizarán en trabajos con requerimientos visuales limitados. Como por ejemplo, locales como oficinas, aulas, grandes cocinas, estaciones de servicio, gimnasios, salas de lectura, reuniones o exposiciones, locales industriales con requerimientos visuales limitados.

E=500-750-1000 lux: Estos niveles de iluminación, se utilizarán en trabajos con requerimientos visuales normales. Como por ejemplo, laboratorios, salas de contabilidad,



mecanografía o calculo, aulas para trabajos manuales, costura o dibujo, locales industriales con requerimientos visuales normales.

E=1000-1500-2000 lux: Estos niveles de iluminación, se utilizaran en trabajos con requerimientos visuales especiales. Como por ejemplo, salas de delineación, locales industriales para trabajos de precisión.

El valor de E para cualquier local de trabajo desprovisto de ventanas o huecos de iluminación natural, estará entre los valores E del escalón inmediatamente superior al que le correspondería al local según las especificaciones. En ningún caso dicho valor será inferior a 500 lux.

3) Escoger tipo de lámpara

Hay que adecuarlo con el tipo de actividad a realizar. Teniendo siempre en cuenta el rendimiento de color, que es la fidelidad en la reproducción de los colores de los objetos iluminados.

4) Escoger el sistema de alumbrado

Tiene que adaptarse a nuestras necesidades y a las luminarias correspondientes. Teniendo en cuenta si se precisa alumbrado general, localizado o suplementario, así como la distribución del flujo luminoso (iluminación directa, indirecta, difusa, semidirecta o semiindirecta).

5) Determinar la altura de suspensión de las luminarias

Esta altura (C), depende del sistema de iluminación escogido y del uso que se de al local:

En locales de altura baja y de luminarias adosadas o empotradas, será la más baja posible, luego C será cero.

En locales con alturas superiores y con iluminación directa se aplicará la siguiente fórmula:

$$h = (4/5) \times [h' - 1]$$

h = Altura entre el plano de trabajo y la altura de las luminarias [metros].

h' = Altura del local desde el techo hasta el suelo [metros].

$$C = h' - h - 1$$

C = Altura de suspensión



6) Calcular el índice del local (k)

Se calcula a partir de la geometría del local. Para sistema de iluminación directa se calcula aplicando esta fórmula:

$$k = (a \times b) / [h \times (a + b)]$$

k = Es un índice comprendido entre 1 y 10.

a = Largura del local [metros].

b = Anchura del local [metros].

h = Altura entre el plano de trabajo y la altura de las luminarias [metros].

Se utilizan estas tablas para redondear los índices del local:

| Valor de k | Valor k a utilizar en las tablas |
|-------------|----------------------------------|
| $\leq 0,7$ | 0,6 |
| 0,7 – 0,9 | 0,8 |
| 0,9 – 1,12 | 1 |
| 1,12 – 1,38 | 1,25 |
| 1,38 – 1,75 | 1,5 |
| 1,75 – 2,25 | 2 |
| 2,25 – 2,75 | 2,5 |
| 2,75 – 3,5 | 3 |
| 3,5 – 4,5 | 4 |
| $\geq 4,5$ | 5 |

7) Determinar los Coeficientes de reflexión

Para determinar el diseño del alumbrado interior hay que tener en cuenta el color y el acabado de las superficies del local. Los factores de reflexión de las superficies del local indican la relación del flujo luminoso reflejado por dichas superficies respecto al flujo incidente total en las mismas.

Los colores de las superficies del local vendrán determinados por sus factores de reflexión. En el siguiente cuadro se determinan los factores de reflexión aproximados de algunos de los colores mate más usuales referidos a su clasificación según la norma UNE-48103.

| Denominación UNE | Factor de reflexión ρ |
|------------------------------|----------------------------|
| M 158 Blanco amarillento | 8 |
| M 572 Amarillo verdoso claro | |
| M 162 Blanco | 8 |
| M 234 Rosa pálido | |



| | |
|---------------------------------|---|
| M 512 Amarillo claro | |
| M 516 Amarillo pálido | 7 |
| M 672 Verde amarillo pálido | |
| M 718 Azul muy pálido | |
| M 113 Gris claro | |
| M 272 Rosa amarillento moderado | |
| M 428 Pardo grisáceo claro | |
| M 504 Amarillo fuerte | |
| M 526 Amarillo grisáceo | |
| M 532 Amarillo naranja vivo | 5 |
| M 564 Amarillo verdoso moderado | |
| M 621 Verde pálido | |
| M 662 Verde amarillo claro | |
| M 693 Verde azulado pálido | |
| M 716 Azul pálido | |
| M 109 Gris medio | |
| M 348 Naranja rojizo moderado | |
| M 424 Pardo Claro | 3 |
| M 522 Amarillo apagado | |
| M 616 Verde claro | |
| M 173 Gris azulado oscuro | |
| M 205 Rojo fuerte | |
| M 414 Pardo moderado | 1 |
| M 614 Verde oscuro | |

Se determinaran factores de reflexión para el techo, las paredes y el suelo:

- ρ_1 : Factor de reflexión del techo.
- ρ_2 : Factor de reflexión de las paredes.
- ρ_3 : Factor de reflexión del suelo.

En locales de trabajo, las superficies del techo, las paredes y el suelo serán preferentemente mates.

Para evitar durante la noche el excesivo contraste hueco acristalado-pared, y el deslumbramiento por reflejo de las luminarias en los cristales, las ventanas deberán estar dotadas de cortinas o persianas interiores.

Para evitar el deslumbramiento durante el día, las ventanas que por su orientación resulten expuestas al sol, deberán estar protegidas mediante cortinas, persianas, celosías o vidrios coloreados de baja transmisión.

El color aparente más adecuado para cada local según el nivel de iluminación será el siguiente:

Memoria

20



Para niveles de iluminación comprendidos entre 50-500 lux, el color de la luz aparente será una luz calida.

Para niveles de iluminación comprendidos entre 500-1000 lux, el color de la luz aparente será una luz calida o sino una luz intermedia.

Para niveles de iluminación comprendidos entre 1000-2000 lux, el color de la luz será el de una luz intermedia.

8) Determinar el factor de utilización

El factor de utilización es la relación existente entre la iluminancia media en el plano de trabajo y el flujo luminoso instalado por metro cuadrado. Se determina a partir del índice del local y los coeficientes de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En las tablas encontraremos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local.

Estas son las tablas que he utilizado:

Tipo de lámparas: **Fluorescente empotrado (factores de reflexión: 70%,50%)**

| Indice local | Factor de utilización |
|--------------|-----------------------|
| 0,6 | 0,45 |
| 0,8 | 0,48 |
| 1 | 0,52 |
| 1,25 | 0,55 |
| 1,50 | 0,58 |
| 2 | 0,60 |
| 2,5 | 0,65 |
| 3 | 0,66 |
| 4 | 0,67 |
| 5 | 0,68 |

Tipo de lámparas: **Fluorescente descubierto (regleta) (factores de reflexión:70%,50%)**

| Indice local | Factor de utilización |
|--------------|-----------------------|
| 0,6 | 0,32 |
| 0,8 | 0,40 |
| 1 | 0,44 |
| 1,25 | 0,48 |
| 1,5 | 0,52 |
| 2 | 0,57 |
| 2,5 | 0,62 |
| 3 | 0,65 |



| | |
|---|------|
| 4 | 0,69 |
| 5 | 0,71 |

Tipo de lámparas: **Luminaria industrial abierta (factores de reflexión: 70%,50%)**

| Indice local | Factor de utilización |
|--------------|-----------------------|
| 0,6 | 0,38 |
| 0,8 | 0,47 |
| 1 | 0,51 |
| 1,25 | 0,55 |
| 1,50 | 0,58 |
| 2 | 0,63 |
| 2,5 | 0,68 |
| 3 | 0,70 |
| 4 | 0,73 |
| 5 | 0,74 |

9) Determinar el factor de pérdida de luz

Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. El ambiente del local se considerará limpio cuando en él no se produzcan habitualmente humos, vapores o polvo; en caso contrario el ambiente se considerará sucio. Podemos tomar los siguientes valores:

| Ambiente del local | Factor de pérdida de luz |
|--------------------|--------------------------|
| Limpio | 0,8 |
| Sucio | 0,6 |

10) Calculos del flujo luminoso total

El número de lúmenes se calcula multiplicando el nivel de iluminación que hemos decidido para nuestro local por las dimensiones (largo y ancho) de éste y dividiendo por los coeficientes de utilización y mantenimiento. Para calcularlo, utilizaremos la siguiente formula:

$$\Phi_t = E \times S / f_u \times f_c \times R$$

Φ_t = Flujo luminoso total [lumenes].

E = Nivel de iluminación [lux].

S = Superficie del plano de trabajo [m²].

f_u = Factor de utilización.

f_c = Factor de pérdida de luz.

R = Rendimiento normalizado.



11) Cálculo del número de luminarias (N)

El número de lúmenes se calcula multiplicando el nivel de iluminación que hemos decidido para nuestro local por las dimensiones (largo y ancho) de éste y dividiendo por los coeficientes de utilización y mantenimiento. Utilizaremos esta fórmula:

$$N = \Phi_t / (\Phi_l \times n)$$

N = Número de luminarias.

Φ_t = Flujo luminoso total [lumen].

Φ_l = Flujo luminoso de una lámpara [lumen].

n = Es el número de lámparas por luminaria.

Emplazamiento de las luminarias:

Una vez calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuirlas sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local. Se reajustará el número de luminarias por exceso o por defecto, por cuestiones de uniformidad, intentando mantener el valor de la iluminancia escogido.

7.8.- SOLUCIONES ADOPTADAS

Para realizar el alumbrado de la nave industrial se utilizaran tres tipos de lamparas: Lámparas fluorescentes, incandescentes y lamparas de vapor de mercurio. Todas estas lámparas corresponden a la marca PHILIPS, y tienen las siguientes características:

-Lámpara fluorescente: MASTER TL-D XTRA 58W/840 (PHILIPS)

Casquillo: G13

Flujo luminoso: 5200 lm

Eficacia: 90 lm/w

T de color: 4000 K

I.R.C.: >80

Clase energ.: A

Vida media: 28000 h

Vida útil: 24000 h

Lámpara de vapor de mercurio: CABANA CERRADA 250W HOR E40 (PHILIPS)

Casquillo: E40

Flujo luminoso: 42500 lm

Eficacia: 106 lm/w

T de color: 4000 K

Vida media: 20000 h

I.R.C.:65



En la zona de taller, la iluminación directa es la más apropiada desde el punto de vista económico, ya que el efecto estético en este caso es secundario.

Para el alumbrado general del taller se escoge vapor de mercurio. Debido a su elevado rendimiento luminoso y su buena reproducción cromática. Estas lámparas y sus respectivas luminarias que están fabricadas para utilizarlas con este tipo de lámparas irán suspendidas a 1,4 metros del techo mediante soportes preparados para ese uso.

Para iluminar el resto de dependencias de menor altura, oficinas y almacenes, se escogen tubos fluorescentes, al tener estos un buen rendimiento luminoso, bajo consumo, larga vida de duración y ser una luz apropiada para los trabajos que se van a llevar a cabo en las dependencias. Además hay que añadir su fácil disponibilidad en el mercado, fácil colocación de recambios y precio asequible. Se ha escogido el mismo tipo de lámpara y de luminaria para todos estos locales por comodidad a la hora de comprarlas, de mantenerlas y de almacenarlas.

7.9.- ALUMBRADOS ESPECIALES

Las instalaciones destinadas a alumbrados especiales tienen por objeto asegurar, aún faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y el acceso hasta las salidas, para una eventual evacuación de público o iluminar otros puntos que señalen (quirófanos, etc.). Se distinguen tres tipos de alumbrado especial: de emergencia, de señalización y de reemplazamiento.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, estos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

El alumbrado de emergencia debe permitir, en caso de fallo general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior.

Sólo puede ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior. Si esta fuente propia está constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se puede utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

Debe poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de un lux.

La iluminación será, como, mínimo de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado.



Entrará en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos del 70 % de su valor nominal.

Se situará en las salidas de los locales y de las dependencias indicadas en cada caso y en las señales indicadoras de la dirección de los mismos. Cuando existe un cuadro principal de distribución, tanto el local donde está ubicado como sus accesos estarán provistos de este tipo de alumbrado.

Constarán con una instalación de alumbrado de emergencia las zonas siguientes:

- a) Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- b) Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial U hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- c) Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos y las escaleras de incendios.
- d) Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- f) Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- g) Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

Para cumplir las condiciones del articulado puede aplicarse la siguiente regla práctica para la distribución de las luminarias:

Dotación : 5 lúmenes / m²

Flujo luminoso de las luminarias: ≥ 30 lúmenes

Separación de las luminarias 6 h, siendo h la altura a las que estén instaladas las luminarias comprendida entre 2.00 y 2.50 metros.

El alumbrado de señalización se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezca con público.

Estará alimentado, al menos, por dos suministros, sean ellos normal, complementario o procedente de fuente propia de energía eléctrica admitida.

En el eje de los pasos principales debe proporcionar una iluminación mínima de un lux.

Se situará en las salidas de los locales y dependencias indicados en cada caso y en las señalizaciones indicadoras de la dirección de los mismos.



Cuando los locales, dependencias o indicaciones que deben iluminarse con este alumbrado coinciden con los que precisan el de emergencia, los puntos de luz de ambos pueden ser los mismos.

Si el suministro habitual del alumbrado de señalización falla, o su tensión baja a menos del 70 % de su valor nominal, la alimentación del mismo debe pasar automáticamente al segundo suministro.

7.10.- SOLUCION ADOPTADA

En el mercado existen aparatos que nos proporcionan en un mismo soporte, los alumbrados de emergencia y señalización. Como esta solución está permitida, es la que utilizaremos en nuestro proyecto.

Seguidamente se detallan las fuentes luminosas utilizadas para la iluminación de señalización y emergencia.

LUMINARIAS DE EMERGENCIA LEGRAND

Cumplen EN 60598-2-22

Fluorescente 16W

3h autonomia

170 lumenes

Tiempo de carga 24h

Limitador de descarga

Las lámparas se colocarán a diferentes alturas dependiendo del local y de la potencia de cada una de ellas.

Así en la zona de Oficinas, Almacén, Centro de transformación, Aseos y vestuarios, se colocarán justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de 2.50 metros.

En los locales con grandes alturas como talleres, almacenes, etc, las lámparas se colocarán a una altura superior a las anteriores ya que además de disponer de una potencia superior, tienen que iluminar un área mayor. En la zona de producción, las luminarias se colocarán a una altura de 3.50 metros.

1- Tipo de local: Zona de producción

Solución:

Alumbrado de emergencia.

-8 fluorescentes tubo compacto Legrand . Ref. G5LVS61763

Potencia: 128 W

2- Tipo de local: Oficina técnica



Solución:

Alumbrado de emergencia:

-1 fluorescente Uriarte. Ref. EF3-E

Potencia: 16 W

4- Tipo de local: Oficinas y recepción

Solución:

Alumbrado de emergencia:

-2 fluorescentes Uriarte. Ref. EF3-E

Potencia: 32 W

5- Tipo de local: Aseos1

Solución:

Alumbrado de emergencia:

-1 fluorescente Uriarte. Ref. EF3-E

Potencia: 16 W

6- Tipo de local: Aseos2

Solución:

Alumbrado de emergencia:

-1 fluorescente Uriarte. Ref. EF3-E

Potencia: 16 W

7- Tipo de local: Vestuarios

Solución:

Alumbrado de emergencia:

-1 fluorescente Uriarte. Ref. EF3-E

Potencia: 16 W

8- Tipo de local: Centro de transformación

Solución:

Alumbrado de emergencia:

1 fluorescentes Uriarte. Ref. EF3-E

Potencia: 16 W

El alumbrado de reemplazamiento debe permitir la continuación normal del alumbrado total durante un mínimo de una hora.

Este alumbrado es obligatorio únicamente en quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva, así que para nuestro proyecto no le concedemos más atención.

Memoria



8.- TOMAS DE CORRIENTE

8.1.- INTRODUCCIÓN

Se han colocado tomas de corriente a lo largo de toda la nave industrial, tanto en la zona de producción, como en las oficinas, aseos y vestuarios, de la forma más conveniente para su eventual utilización. Se ha tenido en cuenta la potencia de los receptores utilizados, así como el uso que se le da.

8.2.- TIPOS DE TOMAS DE CORRIENTE UTILIZADOS

Las tomas de corriente que colocaremos para este proyecto serán tanto monofásicas como trifásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (I+N+T)
- Tomas de corriente trifásicas de 32 A a 400 V. (III+N+T)

8.2.1.- Solución adoptada

Las tomas irán insertadas en los cuadros auxiliares por sus medios convencionales y a una altura de 1.60 metros del suelo en la zona de producción y a 25 cm en las oficinas y vestuarios, cumpliendo así lo establecido en la prescripción de la Instrucción 027 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Los factores de simultaneidad se han determinado teniendo en cuenta el uso que se le da a cada toma de corriente y la potencia que se necesita en ellas.

8.3.- SITUACIÓN DE LAS TOMAS DE CORRIENTE

Las tomas de corriente utilizadas en la instalación se citan a continuación junto con sus características técnicas:

ZONA DE PRODUCCIÓN:

CUADRO AUXILIAR Nº 1:

3 toma monofásica de 16 A, $F_s = 0,33$
3 toma trifásica de 32 A, $F_s = 0,33$

CUADRO AUXILIAR Nº 2:

3 tomas monofásicas de 16 A, $F_s = 0,33$
3 toma trifásica de 32 A, $F_s = 0,33$



CUADRO AUXILIAR Nº 3:

3 tomas monofásicas de 16 A, $F_s = 0,33$

3 toma trifásica de 32 A, $F_s = 0,33$

CUADRO AUXILIAR Nº 4:

3 tomas monofásicas de 16 A, $F_s = 0,33$

3 toma trifásica de 32 A, $F_s = 0,33$

CUADRO AUXILIAR Nº 5:

3 tomas monofásicas de 16 A, $F_s = 0,33$

3 toma trifásica de 32 A, $F_s = 0,33$

CUADRO AUXILIAR Nº 6:

3 tomas monofásicas de 16 A, $F_s = 0,33$

3 toma trifásica de 32 A, $F_s = 0,33$

ZONA DE VESTUARIOS Y OFICINAS:

VESTUARIOS Y ASEO:

1 toma monofásica de 16 A, $F_s = 0,33$

OFICINA DE ADMINISTRACIÓN Y RECEPCIÓN:

7 tomas monofásicas de 16 A, $F_s = 0,33$

SALA DE REUNIONES:

3 tomas monofásicas de 16 A, $F_s = 0,33$

OFICINA TÉCNICA:

6 tomas monofásicas de 16 A, $F_s = 0,33$

F_s es el Factor de Simultaneidad, se ha escogido teniendo en cuenta el uso que se hace de los enchufes y la potencia de los receptores



9.- ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

9.1.- INTRODUCCIÓN

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

9.2.- TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Tenemos tres tipos de esquemas de distribución:

1) Esquema TN:

En los esquemas TN el neutro o compensador se conecta directamente a tierra y a las masas de la instalación receptora mediante conductores de protección.

En estos tipos de esquema cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito.

2) Esquema TT:

En los esquemas TT el neutro o compensador se conecta directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

En estos tipos de esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

3) Esquema IT:

En los esquemas IT no tienen ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra, sino que se conectan a través de una impedancia. Con esta impedancia conseguimos limitar el valor de la corriente de defecto. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra.

En estos tipos de esquema, la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.



9.3.- SOLUCIÓN ADOPTADA PARA EL ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

La solución más correcta técnica y segura es el esquema IT, pero los problemas que presenta a la hora de realizar un cambio o ampliación de la instalación nos hace desechar esta opción.

Las otras dos opciones, esquema TT y TN, son prácticamente iguales y a la hora de decantarnos por una de ellas elegimos el esquema TT ya que es la solución más empleada en este tipo de instalaciones.

10.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación eléctrica de la nave industrial va a constar de las siguientes partes:

- Instalación de enlace
- Instalación interior

10.1.- INSTALACIÓN DE ENLACE

Se define la instalación de enlace, como el conjunto de conductores y elementos de tipo eléctrico, que establecen la conexión entre la red de distribución pública y las instalaciones interiores.

En este caso, dado que la medida se hace en el conuno el lado de 13.2 KV, la instalación de enlace abarca el conjunto de conductores, canalización y protección, comprendidos entre el cuadro de protección de baja tensión situado en el interior del C.T. y el cuadro de distribución general ubicado en el interior de la nave en el lugar que se indica en el plano adjunto.

10.1.1.- Soluciones adoptadas

- Acometida y canalización

Según el condicionado técnico facilitado por IBERDROLA, S.A., la conexión e instalación de la línea subterránea, se realizará por su servicio técnico.

Del apoyo de la línea de IBERDROLA, S.A. saldrá una línea subterránea hasta el centro de transformación de la propiedad, situado al lado de la nave industrial, tal y como se indica en los planos. La distancia entre estos dos puntos es de 130 metros.

Naturaleza del conductor: Aluminio

Designación UNE: DHZ1-12/20 KV

Sección: 150 mm²



Tensión nominal: 20.000 V

Tensión prueba-5 min: 30.000 V

Nivel de aislamiento a impulsos: 125 KV

Aislamiento: EPR

Diámetro exterior: 60 mm

Resistencia a 90°C: 0,403 Ω /km

Reactancia a 50 Hz: 0,102 Ω /km

Intensidad admisible en régimen permanente, 1 turno a 1 m de profundidad a 25°C: 264 A.

Longitud del conductor: 130 m

Para el tendido de los conductores se realizará una zanja de 0.70 m de anchura y 0.80 m de profundidad. En el fondo de la cuál se colocarán dos tubos de PVC rígido de 180 mm de diámetro exterior y 0,6 mm de espesor, según determina ITC-BT-21 en la tabla número 9.

En el interior de uno de ellos se alojarán los conductores, quedando el otro de reserva.

Los tubos estarán perfectamente asentados sobre un lecho de hormigón y cubiertos por el mismo material con una capa de 8 cm de espesor. Encima de dicha capa se colocará una cinta de señalización de polietileno y se rellenará la zanja con tierra debidamente compactada.

El cable a utilizar para cada una de las fases será de una sola pieza, y contará en sus extremos con botellas terminales, aptas para el servicio correspondiente al punto de instalación.

Al realizar el tendido de los conductores, se dejará un pequeño bucle tanteo en la arqueta junto al apoyo metálico, como en la de llegada al centro de transformación. Esto evitará tener que empalmar el cable en caso de fallo de una botella terminal.

Al objeto de facilitar el tendido y posterior mantenimiento de los conductores, se colocarán arquetas de registro, provistas de marcos y tapa de hierro fundido.

Habrà una línea que enlazarà el contador del abonado con los cuadros generales de baja tensión.

Para su instalación se tendrá en cuenta en todo momento, lo preescrito en la instrucción ITC-BT-15 del R.E.B.T. Solamente tendremos una única derivación individual.

Para la elección de los cables tal y como define esta misma instrucción se deberá tener en cuenta que los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida y cumplirán con las normas UNE 21.123 y UNE 2111002.



Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta la potencia prevista por el usuario, cumpliendo el criterio de intensidades admisibles, teniendo en cuenta lo que se indica en lo dispuesto en ITC-BT-07 para cables aislados en el interior de tubos enterrados (tabla5)

- Centro de transformación

Su estudio se realizará en el apartado correspondiente.

10.2.- INSTALACIÓN INTERIOR

A la hora de diseñar la instalación interior hay que atender a las necesidades de consumo de la nave y de acuerdo con la instrucción ITC BT 19 del REBT se subdividirá la instalación en circuitos de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ella, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Así mismo se procurará el reparto de la carga existente entre las diversas fases de la instalación para evitar desequilibrios.

• Cuadros auxiliares

Son armarios estancos, que contienen los interruptores diferenciales y magnetotérmicos para protección de todas las líneas. La sensibilidad de los interruptores diferenciales será la necesaria para proteger a las personas en caso de contacto; la necesaria para proteger la instalación en caso de cortocircuito, evitando incendios por cortocircuito, y además la sensibilidad necesaria para garantizar una selectividad entre las diferentes partes del circuito.

Su número y disposición de los elementos de protección puede verse en los planos y esquemas unifilares.

10.2.1.- Soluciones adoptadas

En el centro de transformación esta situado el cuadro general de baja tensión (C.C.T.), estos cuadros serán elegidos de la marca Legrand (Ver referencias dentro de presupuesto). Teniendo puerta y un IP 41 IK 08.

Aguas abajo del C.C.T. hay dos cuadros de distribución, uno para parte de la zona de producción (armario general), y otro para la instalación de baja tensión del C.T.(B.T.C.T.) Aguas abajo del A.G. dependen seis cuadros de distribución (C.AUX 1 hasta C.AUX 6) y los cuadros correspondientes a las fresadoras, tornos, taladro, compresor, puente grúa, extractor y esmeril, y otro para las oficinas y vestuarios, (C.O.V).

Todos estos cuadros serán elegidos dentro de la gama Atlantic -E de la marca Legrand (Ver referencias dentro de presupuesto). Teniendo puerta y un IP 41 IK 08.

Memoria



Para la elección del tamaño de los cuadros se tendrá en cuenta el número de protecciones, de cables de entrada y de cables de salida, añadiéndose todos los accesorios necesarios para la correcta distribución. Además se deberá elegir un tamaño que permita una posible ampliación de circuitos posterior.

Los cuadros elegidos son panelables, por lo que en caso de una ampliación grande se podría instalar un segundo cuadro unido al anterior para formar uno más grande.

11.- CONDUCTORES, TUBOS Y BLINDOBARRAS

11.1.- INTRODUCCIÓN

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta a los conductores de neutro y protección.

Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación, se identificarán estos por el color azul claro. Al conductor de protecciones se le identificará por el doble color amarillo-verde. Todos los conductores de fase, se identificarán por colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris.

Las conexiones se realizarán conforme a lo establecido en el apartado 2.11 de la ITC-BT-19. Se admitirá no obstante, las conexiones en paralelo entre bases de toma de corriente cuando éstas estén juntas y dispongan de borne de conexión previsto para la conexión de varios conductores.

11.2.- SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

Se llama líneas interiores a las instalaciones llevadas a cabo por conductores aislados en el interior de los edificios. Comprenden en nuestro caso desde el secundario de los transformadores hasta los aparatos receptores.

Las líneas interiores son de baja tensión y según expresa el vigente reglamento debe emplearse tensiones normalizadas. En nuestra red, se tendrá corriente alterna trifásica 400/230 V.

La elección de la sección de los conductores se hace teniendo en cuenta factores como los esfuerzos térmicos, pérdidas de potencia en los conductores, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

11.2.1.- Sección de los conductores de fase

Sección de los conductores en función de la intensidad máxima admisible:



Los conductores deben dimensionarse para aguantar el esfuerzo térmico al que son sometidos por el paso de la corriente.

Si por un conductor con resistencia “R” en Ω , circula una intensidad “I” en amperios, se eleva su temperatura hasta que el calor transmitido por la corriente al conductor, se iguala al calor cedido por el conductor al ambiente en igual tiempo; Según la ley de Joule, la cantidad de calorías en un segundo es:

$$Q = 0.24 * I^2 * R$$

Partiendo de esta fórmula y teniendo en cuenta que las calorías dependen de la temperatura del conductor respecto del ambiente que le rodea, a su superficie, al material que forma su aislante, etc., se demuestra que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (considerando despreciable las variaciones de la resistencia con al temperatura)

$$\Delta T = (I / I_n)^2 * \Delta T_n$$

Siendo:

ΔT : incremento admisible de la temperatura

ΔT_n : incremento de la temperatura en condiciones normales

I_n : intensidad nominal en condiciones normales

I: intensidad admisible

El calor que adquiere un conductor, lo va cediendo a través del medio que le rodea (aislamiento, tubo, pared, aire, etc.), produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

Calor cedido al exterior:

$$Q = M * C * \Delta T$$

Si la intensidad crece, el calor producido por el paso de la corriente crece también. Al cabo de un periodo transitorio, el calor cedido al exterior será igual al producido por el paso de intensidad, por lo tanto este calor cedido aumenta también, produciéndose por consiguiente un aumento de incremento de la temperatura, pero como la temperatura del exterior es prácticamente constante, el aumento del incremento de la temperatura es debido al aumento de la temperatura del conductor.

Si la intensidad es elevada, la temperatura del conductor es elevada, con el peligro de deterioro de los aislantes por no estar diseñados para soportar esas temperaturas (con el riesgo de provocar cortocircuitos). Por lo tanto, para cada sección de conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes reseñados.



Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores, (R.E.B.T., Artículo 16 *Instalaciones interiores o receptoras*), se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos. Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijadas en las instrucciones complementarias correspondientes a este reglamento.

En el anexo del documento cálculos, se incluye la tabla en que figuran las secciones mínimas de los conductores en función de la corriente máxima admisible para conductores con aislamiento de 750 y 1.000 V en condiciones normales de instalación. Se aplican factores de corrección para otras condiciones diferentes como la máxima temperatura ambiente previsible y el número de conductores que pasan por un mismo tubo.

Sección de los conductores en función de la máxima caída de tensión admisible

La sección de los conductores se determinará también de manera que la caída de tensión cumpla por las condiciones dadas por la ITC BT 019 en el punto 2.2.2. *Sección de los conductores. Caída de tensión.*

En este caso concreto se aplica para una instalación industrial que se alimenta directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio. Así pues, se considerará que la instalación interior tiene el origen en la salida del transformador y que las caídas de tensión admisibles son del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para el resto de usos.

• Elección de la sección de los conductores de fase

La sección se calcula en función de la tensión máxima admisible y sus correspondientes factores de corrección. Si con la sección escogida no se cumple la norma sobre caídas de tensión, se instalará un conductor de mayor sección, comprobando después si cumple con las normativas. Las secciones de los conductores que se utilizarán en esta nave industrial, se encuentran detallados en el documento cálculos, así como las formulas que se han utilizado para calcularlos.

• Sección de los conductores para las tomas de corriente

Se ha utilizado en el cálculo de la sección de los conductores para las tomas de corriente, un factor de utilización sobre su potencia total. La fracción de la potencia total se obtiene de multiplicar ésta por un factor de simultaneidad de 0.33 en la zona de producción, aseos, oficinas y vestuario.

• Otras normas para la elección del cable

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:



El aislamiento del cable ha de ser tal que se asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que aquel tendrá que soportar en cualquier momento.

La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión si la longitud es pequeña. La sección de los conductores de fuerza la determina la caída de tensión que ésta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deterioraría.

El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electromecánicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

11.2.2.- Sección del conductor neutro

En el presente proyecto, en las líneas a dos hilos (fase y neutro) el conductor neutro tendrá una sección igual a la del conductor de fase. En las distribuciones a 4 hilos (tres fases y neutro) tampoco variará la sección del neutro respecto a las fases.

Se pueden escoger secciones diferentes para los conductores de fase y neutro pero esto conlleva una serie de riesgos. Si se utiliza una sección para el neutro menor que la de fase, puede pasar lo siguiente: se puede producir una sobreintensidad en el neutro que sea distinta a la de fase, entonces, las fases no se enteran de la sobreintensidad que ha habido en el neutro y no secorta el suministro si las protecciones no son tetrapolares. Por tanto existe riesgo para la instalación.

De lo contrario, si se utilizan secciones iguales para los conductores fase y neutro, la protección está garantizada. Por lo que se ha escogido esta opción.

11.2.3.- Sección del conductor de protección

Se establece la siguiente tabla dada por la ITC BT 19 2.3 Conductores de protección para la sección del conductor de protección en función la sección de los conductores de fase:

| Sección conductor de fase (mm²) | Sección mínima conductor protección (mm²) |
|---|---|
| S < 16 | S |
| 16 < S < 35 | 16 |
| S > 35 | S/2 |

Se respetará siempre un mínimo de 2.5mm² si disponen de protección mecánica y de 4mm² si no la tienen.

Memoria



Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35mm^2 , se puede admitir, para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16mm^2 .

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, y por piezas de conexión de aprieto por rosca.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a $1000 \times V = \text{ohmios}$, siendo V la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250000 ohmios.

La rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 voltios.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 3 cm.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

En el caso de la distribución de alumbrado y fuerza en la zona de producción, el suministro se realizará a través de canalización eléctrica prefabricada blindobarra marca Legrand, la cual irá anclada a la pared a una altura de 2,50 metros en el caso de la instalación de fuerza y suspendida de las cerchas del techo para la instalación de alumbrado.

Ambas canalizaciones salen del armario general que por medio de flanches se conectan a los cables de cada circuito, al haber un cambio de cable a pletina se opta por colocar una caja con un interruptor seccionador al inicio de cada blindobarra.



11.3 TUBOS

Los tubos protectores de conductores se utilizan para contener y proteger las líneas de la instalación. Deben tener unas dimensiones mínimas, en función del número, tipo y sección de los conductores, así como del tipo de instalación. Para ello, en la instrucción complementaria ITC BT 21 se establecen en una serie de tablas, los diámetros mínimos de los tubos protectores en función de los factores antes citados. Los tubos deberán soportar como mínimo sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

Tubos aislantes constituidos por PVC o polietileno: 60° C

Tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado: 70°C

Para más de cinco conductores por tubo, o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección inferior de éste como mínimo, será igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.

El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase, que aseguren la continuidad de la protección.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello de los registros que se consideren convenientes, y que por tramos no estarán separados entre sí más de 25 m.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

11.3.1.- Soluciones adoptadas

Los conductores, bandejas, tapas y tubos utilizados en la instalación se citan a continuación junto con sus características técnicas:

• CARACTERÍSTICAS CABLE PRYSMIAN, MOD. AFUMEX IRIS TECH, RZ1-K

- Conductor: Cobre electrolítico recocido, Flexible, clase 5 norma UNE 21022. Unipolar y multipolar.
- Aislamiento: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.
- Cubierta: PVC
- Formación del cable: unipolar o multipolar.
- Colores: Azul, negro, gris, marrón, amarillo-verde.
- Tensión: 0,6/1 kV.
- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C (Cable termoestable).



- Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.
- Características contra incendios: no propagador de la llama (norma UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendio (UNE EN 50266-2-4).

La conexión del transformador con el cuadro del centro de transformación constará cuatro conductores unipolares, del tipo RV 0.6/1 KV colocados sobre bandeja perforada, la situación exacta se puede ver en el plano del centro de transformación.

En la Zona de producción, la conexión del cuadro del centro de transformación con el Armario General de la nave se realiza mediante cables unipolares del tipo RV 0.6/1 KV colocados sobre bandeja perforada.

Tanto la salida del armario general como la entrada a los cuadros auxiliares se realizarán mediante blindbarras.

A partir del Armario General hacia los receptores, la línea entre los diferentes cuadros de distribución se realizará mediante blindobarras.

La distribución desde los cuadros del taller (C.aux.1, C. aux.2, C. aux.3, C. aux.4, C. aux.5, C. aux.6) a las máquinas del taller, se realizará mediante blindobarra como se ha explicado en el apartado anterior. En el caso de las máquinas, desde la blindobarra saldrán cables unipolares que bajo tubo llegarán a cada máquina.

Para la iluminación de toda la nave industrial, se utilizarán blindobarras y conductores unipolares Afumex IRIS TECH RV 0.6/1 KV bajo tubo aislante de PVC rígido. En las oficinas, vestuarios, aseos, los tubos serán flexibles y irán por falsos techos y empotrados en la pared por medio de catas.

Los tubos, se sujetarán a la pared, al techo y a las estructuras metálicas mediante grapas o dispositivos similares que cumplan las normativas en el resto de la nave. Para que no se doblen por el peso los puntos de sujeción estarán a menos de 0,5 metros de distancia.

Las líneas correspondientes a los enchufes de las dos oficinas, los aseos y el vestuario, estarán formadas por conductores unipolares del tipo Afumex IRIS TECH, RV 0,6/1 KV bajo tubo rígido de PVC empotrado en la construcción.

Las líneas que corresponden al centro de transformación, estarán formadas por conductores unipolares del tipo Afumex IRIS TECH, RV 0,6/1 KV en tubo rígido de PVC y al aire libre.

Los cables correspondientes a las líneas de alumbrado de emergencia y señalización están formadas por dos conductores unipolares, bajo tubo flexible de PVC al aire en el taller y bajo tubo rígido de PVC empotrado en el resto de la nave. Los conductores de este tipo están diseñados para seguir prestando servicio en condiciones extremas durante un incendio.

Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección



mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

La sección de los cables y blindobarras en cada cuadro y el diámetro de los tubos están especificados en el documento plnaos.

12.- PROTECCIONES

12.1.- INTRODUCCIÓN

Para la instalación objeto de este proyecto, en el apartado de protecciones, han de considerarse dos tipos:

A) Protección de la instalación:

1. Contra sobreintensidades.
2. Contra sobretensiones.

B) Protección de las personas:

1. Contra contactos directos
2. Contra contactos indirectos

En el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, este tipo de protecciones están reguladas por las instrucciones complementarias ITC BT 22, ITC BT 23 y ITC BT 24.

12.2. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instrucción complementaria ITC BT 22 de R.E.B.T. señala que todo circuito deberá estar protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Pueden diferenciarse tres tipos de sobreintensidades:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos: Provocan un elevado aumento de la corriente, hasta valores muy superiores a los que toma en condiciones normales.
- Descargas eléctricas atmosféricas.



Todos los conductores que forman parte del circuito, excepto los de protección, deberán estar protegidos contra las sobreintensidades.

Los dispositivos que se instalen para proteger un circuito, se colocarán en el origen de los mismos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.

No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente. Esta prescripción no será aplicable a los circuitos destinados a la alimentación de locales mojados o que presenten riesgos de incendio o explosión.

Los dispositivos utilizados para la protección de los circuitos, cumplirán en general una serie de condiciones:

- Deberán ser capaces de soportar la influencia de los agentes exteriores a que están sometidos, presentando el grado de protección adecuado.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.
Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

12.2.1. Protección contra sobrecargas

Las sobrecargas de corriente prolongadas en el tiempo provocan aumentos de temperatura. Tanto los receptores como las líneas pueden no estar preparadas para ello, por lo que existe un riesgo de avería en las partes constituyentes de la instalación, así como de incendio.

Los dispositivos de protección de la instalación han de garantizar que no se supere el límite de corriente admisible para evitar estos riesgos.



El reglamento admite como dispositivos de protección contra sobrintensidades los fusibles calibrados adecuados y los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

Como ventajas que presentan los automáticos son su mayor precisión y el hecho de que no necesitan sustitución después de su actuación. Los fusibles son más baratos, pero son perecederos. En la instalación se utilizan automáticos por ser más ventajosa su instalación.

La protección del neutro debe realizarse en base a lo descrito en el reglamento, el cual establece que en los casos en los que el conductor neutro del circuito tenga una sección inferior a los de fase y puedan preverse en él sobrecargas que no hagan actuar a los dispositivos de protección destinados a aquellos exclusivamente, se colocará un elemento que controle la corriente en el neutro de forma que actúe el mismo cuando la sobrecarga en el neutro pueda considerarse excesiva. En estos casos el dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares, bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

En el resto de los casos, la protección del neutro se considera asegurada por los dispositivos que controlan la corriente en los conductores de fase o polares.

12.2.2. Protección contra cortocircuitos

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto. En el caso de que se trate de circuitos derivados de uno principal, se admite que estos dispongan de protecciones contra sobrecargas únicamente, siendo asegurada la protección contra cortocircuitos por un dispositivo general colocado en la línea principal.

Como elementos válidos para la protección de cortocircuitos, están los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético. Para el presente proyecto escogemos los magnetotérmicos frente a los fusibles, por las ventajas que presentan.

Los cortocircuitos están caracterizados por la circulación de una intensidad muy grande, luego lo interesante es que se produzca el corte lo más rápidamente posible en el punto más cercano al defecto.

12.2.3. Protección contra sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas.

Las protecciones contra sobretensiones están reguladas por la **ITC BT 23**. La presente instalación se considera una instalación con bajo riesgo de sobretensiones, al estar situada dentro del polígono industrial el cual está ya protegido por parte de Iberdrola; por lo que no es necesario añadir elementos de protección adicionales, tales como varistores.



12.3. PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS

Siempre que exista entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor entre ellos, se establecerá una corriente eléctrica. El cuerpo humano es un elemento conductor, de 2500Ω de resistencia (en condiciones normales), luego en el caso de que se establezca un circuito cerrado entre dos puntos de diferente potencial, circulará por él una determinada corriente.

Los efectos del paso de la corriente por el cuerpo, son tanto más graves cuanto mayores sean el valor de la misma y el tiempo de duración. Estos efectos van desde la contracción muscular (tetanización), quemaduras, parálisis respiratoria, fibrilación cardíaca, hasta la muerte.

Se ha comprobado que corrientes inferiores a 30 mA, así como exposiciones inferiores a 30 ms, no son peligrosas para las personas.

El valor que toma la corriente dependerá de la diferencia de potencial existente entre los puntos en contacto. Es por ello que si se emplean tensiones de hasta 50 V en locales secos y de hasta 24 V en locales húmedos, no es necesaria la instalación de sistema de protección alguno, pues la intensidad que puede aparecer no es peligrosa.

Se distinguen dos tipos de situaciones:

- A) Contactos directos: Son todos aquellos casos en los que la persona se pone en contacto con partes eléctricas normalmente sometidas a tensión.
- B) Contactos indirectos: Son aquellas situaciones en las que la persona se pone en contacto con partes que normalmente no están sometidas a tensión y si lo están es por alguna anomalía. Lo más normal es que cuando se producen este tipo de contactos sea debido a defectos de aislamiento que someten a tensión a carcassas y partes metálicas de los receptores.

Han de tomarse medidas protectoras para que no se produzca ninguna de las dos situaciones.

12.3.1.- Protección contra contactos directos

Se establecen en el Reglamento tres tipos de medidas de protección de las cuales debe adoptarse una:

- A) Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentran, que sea imposible un contacto fortuito con las manos, o por manipulación de objetos conductores cuando éstos se utilicen habitualmente cerca de la instalación.



Se considera zona alcanzable por la mano la que se encuentra a una distancia límite de 2.5 m hacia arriba, 1 m lateralmente y 1 m hacia abajo, desde el lugar donde está situada.

- B) Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Si los obstáculos son metálicos y deben ser considerados como masas, se aplicará una de las medidas protectoras previstas contra contactos indirectos.
- C) Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de aislamiento apropiado y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA.

En el presente proyecto, todos los contactos están aislados. Además los empalmes, conexiones, etc., se realizarán mediante elementos metálicos de tornillería, quedando los conductores fuera del alcance directo. Tanto el cuadro general como los cuadros auxiliares también son de tipo aislante, por lo que la protección contra contactos directos está suficientemente tratada.

12.3.2.- Protección contra contactos indirectos

Este tipo de protección es más complicada que la anterior, pues los puntos donde pueden darse los contactos directos, están mucho más localizados que los que pueden dar lugar a contactos indirectos.

Las medidas a adoptar dependerán del tipo de local, masas, elementos conductores, esquema utilizado, etc.

En la instrucción complementaria ITC BT 24, da las condiciones que tiene que cumplir según el tipo de instalación se ha escogido, para esta instalación se ha escogido un tipo de instalación TT por lo que habrá de cumplir las especificaciones dadas en el punto 4.1.2. de la ITC BT 24 del R.E.B.T.

Para ello se distinguen dos clases de medidas a tomar:

- Clase A: Son medidas destinadas a la supresión del riesgo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y elementos conductores entre los cuales pueda aparecer una diferencia de potencial peligrosa. Entre estos sistemas se encuentra la separación de circuitos, el empleo de pequeñas tensiones de seguridad o el recubrimiento de las masas con materiales aislantes.
- Clase B: Estas medidas consisten en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático, que origine la desconexión de la instalación defectuosa.



Las medidas de clase A no son generalmente posibles en toda la instalación, sino que son medidas de tipo puntual, concretadas para ciertas partes de la instalación. Para la instalación del proyecto se escogerá una de las variantes de las medidas de clase B, que es la puesta a tierra de masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto. La combinación de estas dos medidas deberá cumplir las especificaciones del R.E.B.T.

La parte correspondiente a la red de tierras, está descrita en el apartado correspondiente del presente documento. En este apartado, mas adelante se estudiará la colocación de los elementos de corte de la corriente. Estos dispositivos van a ser los interruptores diferenciales. Su actuación se basa en el campo magnético que crean las corrientes eléctricas, dando como resultado la apertura de sus contactos cuando la suma vectorial de las corrientes que circulan dentro de él, alcanza un valor determinado.

12.4.- ELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES

12.4.1.- Interruptores automáticos

Se diferencian tres tipos de interruptores automáticos:

- Interruptores automáticos con disparo térmico.
- Interruptores automáticos con disparo magnético.
- Interruptores automáticos con disparo térmico y magnético, (magnetotérmicos).

La diferencia entre los dos tipos de disparo, está en su aplicación. El disparo térmico se produce por sobrecargas en el circuito. Una de las formas de realizarlo se basa en la dilatación del metal. Al pasar mayor corriente, el metal se calienta y se dilata, procediendo a la apertura de sus contactos por acción de un relé.

El disparo magnético está pensado para actuar frente a cortocircuitos y se basa en el campo magnético creado por la corriente al paso por el dispositivo.

El tercer tipo de interruptores es aquel que combina los dos disparos, protegiendo a los circuitos frente a sobrecargas y cortocircuitos.

El primer dato a tener en cuenta para elegir estos aparatos es el calibre, es decir, la corriente estacionaria máxima que permite circular; que a su vez debe ser un poco mayor que la intensidad nominal de la carga, pero menor que la intensidad máxima que permite el cable.

El segundo dato a tener en cuenta es la curva de disparo, que relaciona la sobrecarga con el tiempo que tarda en abrir los contactos.

El tercer dato a tener en cuenta, es el poder de cortocircuito, que dice cual es la máxima corriente de cortocircuito con la que puede actuar sin estropearse.



Existen varias curvas de disparo normalizadas:

- Curva B: El disparo en los primeros instantes se sitúa para una intensidad entre 2.6 y 3.8 veces la intensidad nominal del dispositivo. Su utilización es general, conveniente para grandes longitudes de cable.
- Curva C: El disparo en los primeros instantes se realiza para intensidades entre 3.85 y 8.8 veces la intensidad nominal. Su uso es también general.
- Curva D: Protección de receptores con grandes puntas de arranque, permite el paso de una intensidad hasta 14 veces superior a la nominal del mismo durante poco tiempo, mientras que el disparo para intensidades poco superiores a la nominal se retrasa bastante en el tiempo.
- Curva MA: Diseñadas especialmente para el arranque de motores, permiten el paso de altas intensidades durante los primeros instantes, transcurridos los cuales el disparo se produce en torno a 12 veces el valor de la intensidad nominal. Por lo tanto, estos dispositivos no protegen contra sobrecargas y han de combinarse con elementos que cumplan esta función.

En el caso particular de este proyecto las curvas elegidas son del tipo C

Otro dato a tener en cuenta, como se mencionaba antes, es la corriente de cortocircuito previsible en un punto de la instalación. El cálculo de la misma se halla detallado en el documento de cálculos.

El poder de corte de las protecciones debe ser superior a la corriente de cortocircuito. Este nos da el valor de la máxima corriente para la cual el dispositivo es capaz de asegurar el corte del suministro de energía sin estropearse.

Se tendrá en cuenta a la hora de elegir las protecciones la posibilidad de coordinación de los aparatos por medio de la filiación y la selectividad.

La filiación está relacionada con toda asociación de interruptores automáticos y permite instalar protecciones con un poder de corte inferior a la corriente de cortocircuito existente en un determinado punto. La filiación se da cuando existen automáticos aguas arriba de un poder de corte adecuado que permiten colocar dispositivos aguas abajo de poder de corte inferior a la corriente de cortocircuito.

La selectividad consiste en la coordinación de los dispositivos de corte automático para que ante un defecto producido en cualquier punto de la red, éste sea eliminado por el interruptor colocado inmediatamente aguas arriba del defecto y solo por él.

Se distingue entre selectividad total, parcial y nula, en función de si la condición anterior se cumple en todos los casos hasta el cortocircuito franco, solo hasta una determinada corriente de cortocircuito inferior a la máxima (límite de selectividad) o que no se cumpla para ningún valor determinado. Las ventajas de la elección de las protecciones de manera que sean selectivas, derivan de la mejor disponibilidad de la energía ante un defecto (solo



se corta el suministro para la parte más cercana al defecto), con lo que ello supone, en cuanto a reducción de maniobras de arranque de la maquinaria y privación de energía.

12.4.2. Interruptores diferenciales

La elección del aparato diferencial se basa en dos datos: la sensibilidad y el calibre.

El calibre del diferencial indica la corriente máxima de utilización del mismo.

La sensibilidad del interruptor, es la mínima corriente de defecto ante la cual produce la apertura de sus contactos. Se distinguen principalmente tres tipos de sensibilidades:

- Alta sensibilidad: 0.03 A.
- Media sensibilidad: 0.3 A.
- Baja sensibilidad: 0,5 A.

La sensibilidad de los diferenciales debe ir en consonancia con las características de la red de tierra, como se verá en el estudio de la misma.

12.5. SOLUCIONES ADOPTADAS

Los interruptores automáticos, diferenciales y seccionadores en carga que hay en cada cuadro se detallan en el documento planos de este proyecto, teniendo en cuenta el calibre en función de la corriente que va a circular por cada dispositivo, el poder de corte en función de la corriente de cortocircuito calculada en ese punto de la instalación, la sensibilidad en el caso de los diferenciales escogiéndola en función de que van a proteger, filiación y selectividad.

13.- PUESTA A TIERRA DE LA NAVE

13.1.- INTRODUCCIÓN

La instalación de puesta a tierra de masas, completa la instalación de seguridad de las personas. En el apartado 1.12 del presente documento, se describieron los distintos sistemas de protección de personas y se optó por instalar interruptores diferenciales con puesta a tierra de masas.

El objeto de la puesta a tierra es limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.



La puesta a tierra de masas consiste en la creación de un circuito eléctrico paralelo a los normales que presente unas características tales que permita la derivación a tierra de las corrientes que puedan presentarse en elementos normalmente no expuestos a tensión, evitando contactos indirectos para las personas.

Este circuito está constituido por toda ligazón metálica directa, sin fusibles ni protección alguna, que une las masas de la instalación directamente con tierra.

El diseño de la red de tierras se basa en evitar que aparezcan diferencias de tensión entre las masas y tierra superiores a 50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos, umbral a partir del cual, un contacto indirecto puede provocar daños a las personas. La instalación de puesta a tierra deberá estar conforme la ITC BT 24 “Protección contra contactos directos e indirectos” y la ITC BT 18 “Instalaciones de puesta a tierra”.

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, deberemos conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- a) Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción , depósitos, calderas, etc..
- b) Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- c) Caja General de Protección (no obligatorio según R.E.B.T.).
- d) Instalación de pararrayos.
- e) Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- f) Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- g) Toda masa o elemento metálico significativo.
- h) Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón

13.2.- PARTES QUE COMPRENDE LA PUESTA A TIERRA DE LA NAVE Y SOLUCIONES ADOPTADAS.

El circuito eléctrico que constituye la red de puesta a tierra está formado por las siguientes partes:

A) Línea principal de tierra:

Es la línea que conecta el punto de puesta a tierra con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas, generalmente a través de los conductores de protección. En el diseño de la presente puesta a tierra la línea principal de puesta a tierra va desde el armario general del taller. (Ver planos.)

Será de cobre u otro metal de alto punto de fusión. La sección mínima será de 16 mm² de cobre o su equivalente en otros metales; siendo capaz de



soportar la máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación durante un periodo marcado por la rapidez de actuación de los dispositivos de corte (diferenciales).

B) Derivaciones de la línea principal de tierra:

Consisten en circuitos que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas. En el caso estudiado, todos los cuadros de distribución que se hallan en cascada en cada circuito están unidos por un conductor de protección paralelo a los cables de potencia.

Las conexiones se realizarán mediante uniones que los cuadros dispondrán, constituidas por dos pletinas con apriete por tornillo, que servirán para unir los conductores de protección que unen las masas metálicas de las máquinas y todo receptor eléctrico susceptible a contacto indirecto, con las derivaciones de la línea principal de tierra.

La sección de estos conductores se fija según lo estipulado en la instrucción complementaria ITC BT 19. Estos conductores serán aislados y con un color de funda amarillo-verde.

Como norma general a la hora de instalarlos deberán ir entubados junto con los conductores activos por el recorrido más corto posible, sin cambios bruscos de sección y sin estar sometidos a esfuerzos mecánicos.

C) Conductores de protección:

Se denominan conductores de protección a los cables que unen las masas metálicas de los aparatos con la línea principal o las líneas secundarias de tierra.

Las condiciones de instalación serán las mismas que las indicadas para las derivaciones de la línea principal. Igualmente, la sección de estos conductores se establecerá en función de lo expuesto en la instrucción complementaria ITC BT 19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se utilizarán conductores aislados con cubierta de color amarillo-verde de las secciones indicadas en los planos unifilares.

D) Tomas de tierra.

Se entiende por toma de tierra la parte de la instalación encargada de canalizar, absorber y disipar en el terreno las corrientes de defecto o de origen atmosférico.



Las tomas de tierra se componen a su vez de tres partes:

- Punto de puesta a tierra: Es el elemento situado fuera del terreno y que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra, es decir, es el punto en el que se une el circuito de protección del edificio con la toma de tierra propiamente dicho.

Estará formado por un sistema de apriete que permite su conexión y desconexión para poder aislar el circuito de puesta a tierra del edificio, de la toma de tierra, a fin de medir la resistencia de paso a tierra. Este punto estará situado dentro de una arqueta a nivel del suelo quedando visible el empalme y maniobrable para medir la resistencia de paso a tierra. El punto de puesta a tierra en la presente nave está situado en una arqueta cerca del armario general (Ver planos). La arqueta debiera siempre estar accesible.

- Línea de enlace con tierra: Es el conjunto de conductores que unen el punto de puesta a tierra con los electrodos. En el caso concreto de la nave a estudio, se colocarán conductores desnudos, por lo que se consideran parte del electrodo no existiendo pues estas líneas de enlace.

- Electrodo: Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a éste de las corrientes de defecto que puedan presentarse.

Como electrodos se consideran las placas enterradas, las picas verticales o los conductores desnudos enterrados horizontalmente. Además se pueden considerar como electrodos una red metálica extensa enterrada o los pilares metálicos de los edificios.

La solución adoptada consiste en colocar un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección, colocado en forma de anillo enterrado a 0,8 m de profundidad, uniendo las zapatas del edificio; tal y como se justifica en el documento de cálculos. Este conductor se une directamente al punto de puesta a tierra.

13.3.- CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO

Aunque se detallan los cálculos de forma más explícita en el documento de cálculos, la característica más importante de la red de tierra es la resistencia que presenta al paso de la corriente desde el punto de puesta a tierra hasta el propio terreno.

Atendiendo a los diferentes tipos de locales y distintas sensibilidades de los diferenciales instalados, las máximas resistencias que deben presentar las líneas desde el punto de conexión a las masas hasta la tierra (incluida la resistencia de paso a tierra) es:

Memoria

51



- Locales húmedos con diferenciales de alta sensibilidad: Para este tipo de locales, la tensión máxima admisible es de 24 V. Siendo la sensibilidad de los diferenciales de 0.03 A. La máxima resistencia admisible es:

$$R = \frac{V}{I} = 800 \Omega$$

- Locales secos con diferenciales de alta sensibilidad: Para este tipo de locales, la tensión máxima admisible es de 50 V. Siendo la sensibilidad de los diferenciales de 0.03 A. La máxima resistencia admisible es:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{50}{0.03} = 1666.66 \Omega$$

- Locales secos con diferenciales de media sensibilidad: Para este tipo de locales, la tensión máxima admisible es de 50 V. Siendo la sensibilidad de los diferenciales de 0.3 A. La máxima resistencia admisible es:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{50}{0.3} = 166.66 \Omega$$

- Locales secos con diferenciales de baja sensibilidad: Para este tipo de locales, la tensión máxima admisible es de 50 V. Siendo la sensibilidad de los diferenciales de 0,5 A. La máxima resistencia admisible es:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{50}{0,5} = 100 \Omega$$

Se estudiará el caso más restrictivo de entre los existentes tanto por resistencia admisible como por longitud de cable, para determinar la máxima resistencia de paso a tierra que puede tenerse y diseñar la red en consecuencia.

14.- COMPENSACION DE LA ENERGIA REACTIVA. COMPENSACION DEL FACTOR DE POTENCIA

14.1.- INTRODUCCIÓN

Se denomina factor de potencia al coseno del ángulo introducido por el desfase entre corriente y tensión. Este depende únicamente de las características de los receptores y de su régimen de funcionamiento.

La potencia absorbida por los diversos receptores, puede ser de dos tipos:

$$\text{POTENCIA ACTIVA} = P = \sqrt{3} * V * I * \cos \varphi \quad [\text{W}]$$



$$\text{POTENCIA REACTIVA} = Q = \sqrt{3} * V * I * \text{sen}\varphi \text{ [V.A.R]}$$

Expresada la primera en vatios (W) y la segunda en voltiamperios reactivos (VAR).

La potencia activa se transforma íntegramente en trabajo y en calor. Sin embargo, la potencia reactiva no produce trabajo, siendo, por otra parte, indispensable para crear la excitación magnética de dichos receptores.

Los receptores de tipo resistivo, solamente absorben potencia activa; los de tipo inductivo, tanto activa como reactiva, teniendo un desfase en el que la corriente está retrasada respecto a la tensión. Los receptores capacitivos, absorben también ambos tipos de potencia, siendo su desfase tal que la intensidad circula adelantada respecto a la tensión.

La relación entre el factor de potencia y las potencias activa y reactiva es la siguiente:

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

Luego un alto factor de potencia está relacionado con un bajo consumo de potencia reactiva y viceversa.

14.2.- CONSECUENCIAS DE UN BAJO FACTOR DE POTENCIA

Una instalación eléctrica que tenga un bajo factor de potencia trae consecuencias negativas, tanto a nivel de usuario como para compañía suministradora.

De la fórmula de la potencia activa, puede deducirse que para un determinado receptor, con una potencia dada, siendo la tensión fija, cuanto menor sea el valor del factor de potencia, mayor es la intensidad que absorbe. El aumento de intensidad, acarrea una serie de consecuencias negativas, como son:

- Aumento de la potencia perdida por calentamiento.
- Aumento de la caída de tensión en las líneas transportadas.
- Necesidad de aumento de la potencia de transformadores, tanto en la distribución como en la utilización.

Estas consecuencias provocan además un sobredimensionamiento de los conductores y de los elementos de protección, encareciendo la instalación.

Como ya se ha dicho, la única energía que realmente se transforma en trabajo es la activa, por lo que se provoca:



- Una deficiente utilización de las reservas energéticas.
- Deficiente utilización de los transformadores, pues la máxima corriente de servicio no coincide con la máxima potencia activa utilizada.

Es por ello por lo que las compañías distribuidoras penalizan las instalaciones con bajo factor de potencia, lo cual provoca un encarecimiento de la energía eléctrica.

Incluso puede denegarse el suministro eléctrico a instalaciones reincidentes en varias lecturas de las que resulten muy bajos factores de potencia.

Aparte de estas razones, está la económica. Las empresas suministradoras de energía suelen añadir un recargo de reactiva en la factura de electricidad.

Todos estos inconvenientes nos llevan a intentar mejorar el factor de potencia, mediante la compensación de la energía reactiva.

14.3.- PROCEDIMIENTOS DE MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA.

Una vez justificada la necesidad de aumentar el factor de potencia en las instalaciones y conociendo que la causa de su disminución es el consumo de energía reactiva, ha de tomarse medidas para disminuir el consumo de este tipo de energía.

Una de las formas de conseguirlo es evitar en lo posible el consumo innecesario de ésta. Esto se consigue evitando las marchas en vacío o con cargas reducidas de los motores y transformadores, sustituyendo y reparando los motores defectuosos o dejando desconectados los motores fuera de horas de trabajo.

Sin embargo, los principales métodos son los indirectos, que consisten en la compensación, la producción de la energía reactiva en la propia instalación, mediante elementos que produzcan energía capacitiva. Esto puede conseguirse por dos métodos: con correcciones individuales o con una corrección global.

La mejora del factor de potencia individual (por cada receptor), presenta principalmente una ventaja frente a la compensación general. Con ella, se libera de la circulación de la energía reactiva al interior de la instalación, con lo cual las secciones de los conductores y los aparatos de protección se pueden reducir. Es sin embargo, una instalación más cara, debido al mayor número de equipos que se deben de disponer.

En lo que concierne a las lámparas de descarga, en la instrucción complementaria ITC BT 44 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, apartado 3.1, se obliga a la compensación del factor de potencia de las mismas hasta un valor mínimo de 0.85, no permitiéndose la compensación del conjunto de un grupo de lámparas en una instalación de régimen de carga variable. La solución adoptada, consiste en instalar equipos que



eleven el factor de potencia de estos consumidores hasta 0.95, ya que al ser muchas líneas que se instalan para alimentarlos, la reducción de secciones de las mismas compensan el mayor precio de los equipos.

Para la determinación de la forma de compensación de la maquinaria, se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

El número de equipos a colocar en el caso de compensación individual sería muy elevado.

No es conveniente prescindir de la corrección global, puesto que se considera que para las tomas de corriente, el factor de potencia es la unidad, lo cual puede no ajustarse a la realidad en determinados momentos. Sin corrección global, la energía reactiva consumida desde estos puntos, no tiene posibilidad de ser compensada.

Con un equipo de compensación global, es posible incluso compensar la parte de energía reactiva que consumen las lámparas de descarga después de la compensación individual.

En baja tensión la compensación se realiza con dos tipos diferentes de equipos:

Los compensadores fijos y la compensación automática variable (batería de condensadores). Los compensadores fijos tienen una potencia unitaria constante, mientras que en el segundo tipo de equipos la compensación se realiza con un equipo de condensadores que se adecuan a las variaciones de potencia reactiva de la instalación para conseguir mantener el $\cos\phi$ deseado. Estos últimos elementos están compuestos de un regulador, que mide el $\cos\phi$ de la instalación y conecta los distintos escalones de energía reactiva, contactores que conectan los distintos condensadores de la batería para conseguir los distintos escalones de potencia.

14.4.- SOLUCIONES ADOPTADAS

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se opta por colocar una batería de condensadores generales para toda la instalación, compensando así la energía reactiva que produce cada parte de la instalación. Éstas se van a dimensionar teniendo en cuenta la energía reactiva absorbida tanto por la maquinaria como la que todavía consumen las lámparas de descarga, queriendo corregir el factor de potencia hasta un valor suficientemente bueno, en este caso a $\cos\phi = 0.97$. Los equipos, son de capacidad variable para adaptarse lo mejor posible en todo momento a las condiciones de uso de la instalación, evitando en todo momento la absorción de energía capacitiva de la red.

Al estar el transformador conectado durante largo tiempo, y al disponer de energía reactiva, el impacto económico puede no ser nulo. Para compensar el factor de potencia se pueden instalar en los bornes del secundario de los transformadores condensadores fijos de potencia adecuada. En este caso despreciamos esta energía reactiva y no la tendremos en cuenta.

En el documento de cálculos, se exponen los cálculos justificativos para la elección de la batería.

Memoria



● Batería de condensadores

Se ha escogido una batería de condensadores automática que permite adaptarse a las variaciones de la demanda de potencia reactiva, con las siguientes características técnicas:

Batería de condensadores Legrand.
Tensión de servicio: 400 V, 50 Hz
Potencia: 75 KVAR

Estará ubicada en el armario general. Los cálculos están justificados en el documento de Cálculos.

15.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

15.1.- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas de un centro de transformación de características normalizadas cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión para una nave industrial.

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de IBERDROLA.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

15.2.- TITULAR

El titular, será la empresa BANPER, BANDAS Y PERFILES INGENIERÍA. S.L.L.



15.3.- EMPLAZAMIENTO

Se encuentra en el polígono Industrial de Berriosuso (Comunidad foral de Navarra). El centro de transformación se encuentra situado en un lateral de la nave industrial, en un local destinado exclusivamente a su uso. Está adosado a la nave industrial y su acceso está situado en el exterior de misma.

15.4.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.SOLUCIONES ADOPTADAS.

Las soluciones adoptadas son las siguientes:

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-20.099.

La acometida al mismo será subterránea (ver punto 10.1.2.de este mismo documento), se alimentará en anillo de la red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 13.2 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

El centro de transformación estará compuesto por la aparamenta de maniobra y protección en M.T, los transformadores y los cuadros generales de baja tensión.

- Características celdas

Las celdas a emplear serán de la serie CM de ORMAZABAL, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

15.5.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

15.5.1.- Obra Civil



15.5.1.1.- Local

El centro de transformación objeto de este proyecto estará ubicado en un local preparado para su uso.

Será de las dimensiones necesarias para alojar las celdas correspondientes y transformadores de potencia, respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en el vigente reglamento de alta tensión. En este caso tendrá 12 m² de superficie, siendo la altura útil de su interior de 3 metros.

Las dimensiones del local, accesos, así como la ubicación de las celdas se indican en los planos correspondientes con más detalles.

15.5.1.2.- Características del local

Se detallan a continuación las condiciones mínimas que debe cumplir el local para poder albergar el C.T.:

- Acceso de personas: Solo podrá entrar al Centro de Transformación personal de la Compañía Eléctrica suministradora y el personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Compañía Eléctrica. La puerta se abrirá hacia el exterior y tendrá 2.10 m. de altura y 0.90 m. de anchura. Se podrá abatir 180 ° y mantener en la posición de 90 ° con un retenedor metálico.

- Acceso de materiales: las vías para el acceso de materiales deberá permitir el transporte, en camión, del transformador y demás elementos pesados hasta el local. Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán una luz mínima de 2.30 m. de altura y de 1.40 m. de anchura.

- Dimensiones interiores y disposición de los diferentes elementos: ver planos correspondientes.

- Paso de cables A.T.: para el paso de cables de A.T. no será necesario un foso ya que las celdas de línea de SF6 están preparadas con un bastidor para hacer la conexión directamente de la arqueta a la línea de media tensión.

- Acceso a transformador: una malla de protección impedirá el acceso directo de personas a la zona de transformador. Dicha malla de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección.

- Piso: se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0.30 x 0.30 m. Este mallazo se conectará al sistema de tierras a fin de evitar diferencias de tensión peligrosas en el interior del C.T. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como



mínimo.

- Ventilación: se dispondrán rejillas de ventilación a fin de refrigerar el transformador por convección natural. Las superficies de ventilación por transformador están detalladas en el capítulo de Cálculos. Resumiendo los cálculos, cada Transformador contará con una rejilla de $0,39 \text{ m}^2$.

El C.T. no contendrá otras canalizaciones ajenas al mismo y deberá cumplir las exigencias que se indican en el pliego de condiciones respecto a resistencia al fuego, condiciones acústicas, etc.

15.5.2.- Instalación Eléctrica

15.5.2.1.- Características de la Red de Alimentación

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 13.2 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 350 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora IBERDROLA..

15.5.2.2.- Características de la acometida.

La acometida se realizará según la normativa particular para instalaciones de clientes en AT.

Las soluciones adoptadas para la acometida, se encuentran en el punto 10.1.2. de este mismo documento.

15.5.2.3.- Características de la Aparamenta de Alta Tensión.

Todos los aparatos escogidos cumplen con las especificaciones requeridas por los reglamentos y por las necesidades de este cenro de transformación.

• Características generales Celdas

Todas las características de las celdas se encuentran en el catálogo proporcionado por el grupo Ormazabal. Aquí se reproducirán las características más importantes:

CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6

| | |
|--|--------|
| - Tensión asignada: | 24 kV. |
| - Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra: a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: | 50 kV |



| | |
|---|-----------|
| a impulso tipo rayo: | 125 kV |
| - Intensidad asignada en funciones de línea: | 400 A |
| - Intensidad asignada en interrup. automat. | 400 A |
| - Intensidad asignada en ruptofusibles. | 200 A |
| - Intensidad nominal admisible de corta duración: | |
| durante un segundo | 16 kA ef. |
| - Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: | |
| - 40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración. | |
| - Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324-94. | |
| - Puesta a tierra.: el conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE 20.099, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración. | |

El sistema de celdas estará compuesto por:

- 1 celda de línea (celda de entrada y salida).
- 1 celda de protección general.
- 1 celda de medida.

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE 20.099, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

- Embarrado.

El embarrado está incluido dentro de las celdas de Ormazabal, dimensionado por sus técnicos para poder soportar todos los esfuerzos que sean requeridos, por lo que no será necesario calcularlo en el documento de cálculos.

• Celdas de entrada y salida

Estas celdas de línea, permiten comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente nominal, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de media tensión.

La celda de entrada recibe el conductor de media tensión y la función principal del de salida, es interrumpir la línea para dejarla sin intensidad.

La solución adoptada para este centro de transformación, es utilizar una celda de línea Ormazabal (CML-24) modelo SM6, de dimensiones: 370 mm. de anchura, 850 mm. de profundidad, 1.800 mm. de altura, 135 kilogramos de peso y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 630 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 630 A, 24 kV, de tres posiciones, carga, corte, puesta a tierra.



- Indicadores de presencia de tensión.
- Bornes para conexión de cable.
- Embarrado interno.
- Embarrado de puesta a tierra.

Las celda incorpora un bastidor que permite la conexión sin necesidad de foso para cables.

Características principales

| | |
|---|-----------|
| - Tensión asignada: | 24 kV. |
| - Intensidad asignada en funciones de línea: | 630 A. |
| - Intensidad nominal admisible de corta duración: durante un segundo | 16 kA ef. |
| - Nivel de aislamiento | |
| - Frecuencia industrial (1 m) | |
| A tierra y entre fases (KV) | 50 |
| A la distancia de seccionamiento (KV) | 60 |
| - Impulso tipo rayo | |
| A tierra y entre fases (KV) cresta | 125 |
| A la distancia de seccionamiento (KV) | 145 |
| - Capacidad de cierre (KA) cresta | 50 |
| - Capacidad de corte | |
| - Corriente principalmente activa (A) | 630 |
| - Corriente capacitiva (A) | 31,5 |
| - Corriente inductiva (A) | 16 |
| - Falta a tierra Ice (A) | 63 |

• Celda de protección

Esta celda se utiliza para la maniobra y protección general del transformador. Hay que tener en cuenta que las celdas de protección se calculan para una línea de 24 KV, aunque la línea sea mayor.

En este caso la celda que se utilizará en el centro de transformación será una celda de protección general de la marca Ormazabal (CMP-F-24), con función interruptor automático y de dimensiones: 480 mm de anchura, 850 mm. de profundidad, 1.800 mm. de altura.:

Sus características principales serán:

- Juego de barras tripolar de 630 A.
- Indicador de presencia de tensión.
- Aisladores de apoyo.

Características principales

Memoria



| | |
|---|--------|
| - Tensión asignada: | 24 kV. |
| - Intensidad asignada en funciones de línea: | 630 A. |
| - Intensidad nominal admisible de corta duración (3s) | 20 kA |
| - Capacidad de cierre [cresta] | 50 kA |
| - Capacidad de ruptura | 20 kA |
| - Nivel de aislamiento | |
| - Frecuencia industrial (1 m) | |
| A tierra y entre fases (KV) | 50 |
| A la distancia de seccionamiento (KV) | 60 |
| - Impulso tipo rayo | |
| A tierra y entre fases (KV)cresta | 125 |
| A la distancia de seccionamiento (KV) | 145 |

• Celda de medida

Celda de medida (CMM-24), medida de tensión e intensidad con entrada inferior lateral por barras y salida inferior lateral por cables, de dimensiones: 800 mm de anchura, 1.025 mm. de profundidad, 1.800 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar $I_n = 630$ A.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 15-30/5A, 15VA CL.0.5, $I_{th} = 200 \cdot I_n$ y aislamiento 24kV.
- 3 Transformadores de tensión, bipolares, de relación 13.200-22.000/110, 15VA, CL.0.5, $F_t = 1.2 U_n$ y aislamiento 24kV.
- Salida en baja tensión de los transformadores de medida a los aparatos de medida reglamentarios instalados por la compañía suministradora.
- Embarrado interno.
- Embarrado de puesta a tierra.

15.5.3.- Ttransformador

Utilizaremos un transformador. Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13.2 kV y la tensión a la salida en carga de 400V entre fases y 230V entre fases y neutro.

Se ha escogido un transformador de 400 KVA.

• Seguridad en Celdas SM6



Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), marca Cotradis de Ormazabal de 400 KVA.

Las características mecánicas y eléctricas del transformador se ajustarán a la Norma UNE 20138 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

| | |
|---|------------------|
| - Potencia nominal: | 400 kVA. |
| - Tensión nominal primaria: | 13.200-24.000 V. |
| - Regulación en el primario: | +/-2,5% +/-5%. |
| - Tensión nominal secundaria: | 400 V. |
| - Tensión de cortocircuito: | 4 %. |
| - Relación de transformación: | 13,2 / 0,4 kV. |
| - Grupo de conexión: | Dyn11. |
| - Pérdida en vacío | 930 W. |
| - Pérdida en carga: | 4600 W. |
| - Nivel de aislamiento: | |
| Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s | 125 kV. |
| Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min | 50 kV. |
| - Dimensiones: 1430 mm de largo, 890 mm de ancho y 1300 kg de peso. | |

El transformador tendrá los siguientes accesorios:

- Conmutadores de regulación maniobrable sin tensión.
- Pasatapas MT de porcelana.
- Pasabarras BT de porcelana.
- Placa de seguridad e instrucciones de servicio.
- Termómetro y dispositivo para su alojamiento (para medir el calentamiento anormal del aparato y las dilataciones que sufre la carcasa del transformador).
- Termostato para medir las dilataciones del metal.

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco termoestable de polietileno reticulado RHV, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 3x240mm² Cu para las fases y de 3x240mm² Al para el neutro.

15.5.3.1.- Características del material de Alta Tensión

- Embarrado general Celdas SM6



Embarrado interno diseñado por el proveedor.

- Piezas de conexión Celdas SM6

La conexión entre celdas se realizará mediante conjuntos de unión, llamados Tulipas ya que las celdas están situadas cada una a continuación de la siguiente.

15.5.3.2.- Características de la aparamenta de Baja Tensión

Cada salida de Baja Tensión estará protegida mediante un interruptor automático de las siguientes características:

- Interruptor- seccionador automático tetrapolar en caja moldeada tipo Vistop de Legrand de intensidad nominal 1000 Amperios, para protección contra sobrecargas y contra cortocircuitos, este elemento estará instalado en el cuadro del centro de transformación con el mando accesible en la parte frontal del cuadro.

15.5.4.- Medida de la Energía Eléctrica

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PL107 /AT-ID de dimensiones 750mm. de alto x 1.000mm de largo y 300mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Regleta de verificación normalizada por Iberdrola.
- Reloj de conmutación de tarifas.
- Los demás componentes del armario (contador de energía activa y contador de energía reactiva) dependeran del tipo de tarifa negociado entre el cliente y la compañía suministradora.

15.5.4.1.- Puesta a Tierra y soluciones adoptadas

15.5.4.2.- Tierra de Protección

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

La tierra de protección incluirá 6 picas de 2 m de longitud, de 14 mm de diámetro a 0,8 m de profundidad y 24 metros de cable de cobre de 50 mm² enterrado 0.80 m formando un rectángulo alrededor del C.T.

Memoria



15.5.4.3.- Tierra de Servicio

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" del capítulo 2 de este proyecto y en los planos.

La Tierra de servicio según código 5/48 de Unesa, incluye 6 picas de 2 m de longitud, de 14 mm de diámetro a 0,8 m profundidad, 50 m de cable de cobre aislado de 0,6/1 kV, y 12 m de cable de cobre desnudo uniendo las picas en hilera.

15.5.4.4.- Tierras interiores

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección del cuadro de baja tensión del centro de transformación vendrá desde el armario general del interior de la nave y esta será la tierra del edificio de la nave que forma un anillo uniendo las zapatas del edificio uniéndose por medio de la caja de seccionamiento a una pletina de distribución en el armario general de donde parten conductores de protección a cada elemento que sea necesario.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección del centro de transformación estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

15.5.5.- Instalaciones Secundarias

15.5.5.1.- Alumbrado

En el interior del centro de transformación se instalará un punto de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 200 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

La solución adoptada en cuanto a las lámparas y luminarias a utilizar en el Centro de Transformación, se encuentra especificado en los puntos 1.7.8 y 1.7.10 de este mismo documento.



15.5.5.2.- Protección contra Incendios

De acuerdo con la instrucción MIE RAT 14, se dispondrá de un extintor portátil de CO₂ de eficacia 89B.

Así mismo se dispondrá de un detector de tipo iónico, que a través de una central de incendios, accionará una alarma situada en el exterior del C.T.

15.5.5.3.- Ventilación

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la rejilla de entrada de aire en función de la potencia del mismo según se relaciona.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

| Potencia del transformado(kVA)r | Superficie mínima(m ²) de la rejilla |
|---------------------------------|--|
| 400 | 0,39 |

Apartado 2.6 del documento cálculos de este proyecto.

15.5.5.4.- Medidas de Seguridad que responden a los definidos por la Norma UNE 20.099, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas



funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras.

16.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto total asciende a:

180.227,26 €

CIENTO OCHENTAMIL DOSCIENTOS VEINTISIETE CON VEINTISEIS EUROS.

17.- BIBLIOGRAFIA

1.17.1.- REGLAMENTO EN VIGOR, NORMATIVAS Y LIBROS

Para la realización del presente proyecto, la bibliografía consultada ha sido:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación. Colección de leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Manual del alumbrado Westinghouse. Ed. CIE Inversiones editoriales. 4ª Edición.
- Artículo informe especial: iluminación de la revista Proyectar Navarra. Nº 55. Diciembre 1999.
- Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.
- Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.



- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “ Iberdrola distribución eléctrica S.A.U” .
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría. Unesa. Febrero 1989.

17.2.- PÁGINAS WEB

17.2.1.- DIRECCIONES WEB DE EMPRESAS CUYOS PRODUCTOS HAN SIDO ELEGIDOS EN EL PRESENTE PROYECTO O QUE HAN SIDO CONSULTADAS:

En dichas páginas web se pueden encontrar los catálogos donde vienen los productos con sus características técnicas, referencias y en muchos casos el precio. En los casos donde no aparece el precio se ha tenido que consultar el precio de los productos via e-mail o telefónica con la empresa en cuestión.

Las empresas y productos son los siguientes:

- PIRELLI. <http://www.pirelli.es>
- ORMAZÁBAL. <http://www.ormazabal.com>
- MERLIN GUERIN. <http://www.schneiderelectric.es>
- MANUFACTURAS ELÉCTRICAS S.A (MESA). <http://www.me-sa.es>
- PHILIPS. <http://www.eurlighting.philips.com>
- LEGRAND. <http://www.legrandelectric.com>
- NIESSEN. <http://www.abb.com/global/abbzh/abbzh251.nsf>
- SCHNEIDER ELECTRIC. <http://www.schneiderelectric.es>
- <http://www.coitiab.es/reglamentos/electricidad/jccm>
- <http://www.unesa.es>
- <http://www.iberdrola.es>

Fdo.: David Ederra Verano
Pamplona, 22 de junio de 2012



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

CÁLCULOS

Alumno: David Ederra Verano

Tutor: Félix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 25 de Junio de 2012



| | Página |
|---|---------------|
| <u>ÍNDICE GENERAL DE CÁLCULOS</u> | 1 |
| <u>1.- CALCULOS LUMINOTÉCNICOS</u> | |
| 1.1.- INTRODUCCIÓN | 2 |
| 1.2.- MÉTODO DE CÁLCULO | 2 |
| 1.3.- CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE LA NAVE | 3 |
| <u>2.- CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES</u> | 6 |
| 2.1.- INTRODUCCIÓN | 6 |
| 2.2.- MÉTODO DE CÁLCULO | 6 |
| 2.3.- SOLUCIONES ADOPTADAS | 11 |
| <u>3.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL CENTRO</u> | |
| DE TRANSFORMACIÓN | 16 |
| 3.1.- INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN | 16 |
| 3.2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN | 16 |
| 3.3.- CORTOCIRCUITOS | 17 |
| 3.4.- DIMENSIONADO DEL EMBARRADO | 18 |
| 3.5.- SELECCIÓN PROTECCIONES | |
| DE ALTA Y BAJA TENSIÓN | 19 |
| 3.6.- DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T | 19 |
| 3.7.- DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS | 19 |
| 3.8.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE | |
| B.T. EN EL C.T. | 20 |
| 3.9.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES | |
| DE PUESTA A TIERRA | 21 |
| <u>4.- CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO</u> | 27 |
| 4.1.- INTRODUCCIÓN | 27 |
| 4.2.- PROCEDIMIENTO Y CÁLCULO DE ICC | 27 |
| 4.3.- INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO | 29 |
| <u>5.- CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS DE LA NAVE</u> | 33 |
| 5.1.- CÁLCULO DE LA MÁXIMA RESISTENCIA A TIERRA | 33 |
| 5.2.- CÁLCULO DEL ELECTRODO | 34 |
| 5.3.- COMPROBACIÓN DE LA SEPARACIÓN ENTRE LAS | |
| TOMAS DE TIERRA DE LA INSTALACIÓN Y LA DEL C.T | 35 |
| <u>6.- COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA</u> | 35 |
| 6.1.- MÉTODOS EXISTENTES | 35 |
| 6.2.- CÁLCULO BATERIA DE CONDENSADORES | 36 |



1.- CALCULOS LUMINOTECNICOS

1.1.- INTRODUCCIÓN

Los factores a tener en cuenta para la elección de la iluminación interior son las siguientes:

- Objetivo del alumbrado
- Exigencias arquitectónicas y decorativas
- Tarea que se han de realizar
- Consideraciones económicas
- Dimensiones y propiedades del local

1.2.- MÉTODO DE CÁLCULO

Estos son los pasos que he seguido para realizar los cálculos de la luminación de la nave industrial. Cada paso está detallado en el documento memoria.

a).- Datos de partida

- Dimensiones del local
- Tarea a desarrollar.
- Altura del plano de trabajo
- Factores de reflexión de techo y paredes (según colores del local).
- Tablas de factores de pérdida de luz y utilización de los aparatos luminosos

b).- Determinación del nivel de iluminación en función de la tarea a desarrollar.

c).- Elección del tipo de lámpara en función de las características de las mismas y de las del propio proyecto.

d).- Selección del sistema de iluminación y de las luminarias.

e).- Determinación de la altura de suspensión de los aparatos.

En los locales de altura normal, tales como oficinas, vestuarios y servicios, la tendencia actual es situar los aparatos de alumbrado tan altos como sea posible, para disminuir el riesgo de deslumbramiento y debido a que pueden separarse los focos luminosos, permite disminuir el número de éstos.

Se utilizan estas formulas:

C es la distancia que estará suspendida la luminaria.

h' es la altura comprendida desde la lámpara al plano de trabajo.



f).- Determinación del índice del local (k).

Se utiliza esta formula: $k = S / h' \cdot (a+b)$

Donde:

k es el índice del local.

S el área del local.

g).- Determinación de los lumenes totales necesarios (Φ_T)

Se utiliza esta fórmula: $\Phi_T = E \cdot S / fu \cdot fc$

Donde:

E es el nivel e iluminación.

fu es el factor de utilización.

fc es el factor de pérdida de luz.

h).- Determinación del número de lámparas necesarias (N°)

Se utiliza esta formula: $N^\circ = \Phi_T / \Phi_L$

Donde:

Φ_T son los lumenes que precisa el local.

Φ_L son los lumenes que aporta cada lámpara.

i).- Distribución de los aparatos para conseguir uniformidad en la iluminación.

Generalmente los locales que se trata de iluminar son de forma rectangular. En este caso, los aparatos de alumbrado se sitúan formando hileras paralelas al eje mayor o al menor. En los demás casos, la situación de los aparatos depende de la forma que tenga la superficie de trabajo.

La elección del aparato condiciona la distribución de los aparatos en el local.

1.3.- CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE LA NAVE

1.3.1.- Zona de producción

a).- Dimensiones del local:

a = 44 m

Cálculos



$$b = 16 \text{ m}$$

$$h = 6.5, \text{ al suponer que la altura de trabajo esta a 1 metro de altura, } h' = 5,5$$

$$S = 800 \text{ m}^2$$

b).- Nivel de iluminación: $E = 300 \text{ lux}$

c).- Tipo de iluminación: directa. Alumbrago general.

d).- Tipo de lámpara: luminaria PHILIPS cerrada IP-54 mod.Cabana con equipo y lámpara de vapor de mercurio de 250 W

Flujo luminoso de la lámpara (Φ_L): 12100 lúmenes.

e).- Altura de suspensión:

$$H = (4/5) \cdot h' = 4,4 \text{ m}$$

$$C = h' - H = 1,1 \text{ m}$$

f).- Índice del local (Se utiliza como dato para encontrar el factor de utilización en las tablas)

$$k = S / H \cdot (a+b) = 2,7$$

g).- Factor de perdida de luz: Limpio, $fc = 0,8$.

h).- Coeficientes de reflexión: Techo 50 % , Paredes 30 % (Gris claro).

i).- Coeficiente de utilización (Se halla mirando en las tablas que se encuentran en el documento Memoria):

$$fu = 0,7$$

j).- Lúmenes totales necesarios:

$$\Phi_T = E \cdot S / fu \cdot fc = (300 \cdot 800) / (0,7 \cdot 0,8) = 428571.42 \text{ lm}$$

K/ N° de lámparas necesarias:

$$N^\circ = \Phi_T / \Phi_L = 35 \text{ luminarias.}$$

Solución: 35 lamparas PHILIPS cerrada IP-54 mod.Cabana con equipo y lámpara de vapor de mercurio de 250 W

Potencia: 8750 W



Utilizaremos el mismo método de cálculo para determinar la iluminación del resto de la Nave industrial. Aunque solo pondré las soluciones adoptadas.

1.3.2.- Oficina técnica

Datos: $E=300$ lux, $(24)m^2$, $h=3m$, $fc=0,8$, Iluminación directa.

Solución adoptada: 8 Fluorescentes PHILIPS MASTER TL-D XTRA 36W/840
4 luminarias DISANO mod. 873 EL, Confort serie 8 (2x36).

Potencia: 288 W.

1.3.3.- Sala de reuniones

Datos: $E=300$ lux, $(20)m^2$, $h=3m$, $fc=0,8$, Iluminación directa.

Solución adoptada: 4 Fluorescentes PHILIPS MASTER TL-D XTRA 36W/840
2 luminarias DISANO mod. 873 EL, Confort serie 8 (2x36).

Potencia: 144 W.

1.3.4.- Oficina de administración y recepción

Datos: $E=300$ lux, $(17)m^2$, $h=3m$, $fc=0,8$, Iluminación directa.

Solución adoptada: 4 Fluorescentes PHILIPS MASTER TL-D XTRA 36W/840
2 luminarias DISANO mod. 873 EL, Confort serie 8 (2x36).

Potencia: 144 W.

1.3.5.- Vestuarios

Datos: $E=200$ lux, $(20)m^2$, $h=3m$, $fc=0,8$, Iluminación directa.

Solución adoptada: 4 Fluorescentes PHILIPS MASTER TL-D XTRA 36W/840
2 luminarias DISANO mod. 873 EL, Confort serie 8 (2x36).
2 aro de metal blanco con lámpara metallsol de 60 W (incandescente).

Potencia: 264 W.

1.3.6. Aseo 1

Datos: $E=150$ lux, $(2)m^2$, $h=3m$, $fc=0,8$, Iluminación directa.

Solución adoptada: 1 aro de metal blanco con lámpara metallsol de 60 W (incandescente).

Potencia: 60 W.

Cálculos



1.3.7. Aseo 2

Datos: $E=150 \text{ lux}$, $(2)\text{m}^2$, $h=3\text{m}$, $fc=0,8$, Iluminación directa.

Solución adoptada: 2 aros de metal blanco con lámpara metalsol de 60 W (incandescente).

Potencia: 120 W.

1.3.8.- Pasillo y escaleras

Solución adoptada: 4 aros de metal blanco con lámpara metalsol de 60 W (incandescente).

Potencia: 240 W.

1.3.8.- Centro de transformación

Datos: $E=200 \text{ lux}$, $(13) \text{ m}^2$, $h=2.28\text{m}$, $fc=0,8$, Iluminación directa.

Solución adoptada: 2 Fluorescentes PHILIPS MASTER TL-D XTRA 58W/840
1 luminarias DISANO mod. 873 EL, Confort serie 8 (2x58).

Potencia: 116 W.

2.- CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES

2.1.- INTRODUCCIÓN

El objeto de este capítulo es el de indicar las pautas a seguir en el dimensionamiento de los conductores, siguiendo para ello las indicaciones y condiciones impuestas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, las cuales están expuestas en el documento memoria. Aquí haremos referencia a ellas cuando sea necesario.

Las diferentes líneas están expuestas en el documento memoria, y más claramente en los planos unifilares que acompañan a este proyecto.

2.2.- MÉTODO DE CÁLCULO

En general, para todas las líneas se han seguido los siguientes pasos:

1º.- Obtención de los datos de partida.



Los datos de partida para el cálculo consisten en conocer una serie de datos sobre la línea. Debemos conocer:

- Potencia a suministrar.
- Tipo de receptores.
- Factor de potencia de los receptores.
- Longitud de la línea.
- Tipo de línea: monofásica o trifásica. Este dato está vinculado a la tensión de la línea; tensión de 400 V para línea trifásica y 230 V para monofásica.
- Temperatura ambiente máxima previsible.

2º.- Cálculo de la intensidad. Es necesario saber la intensidad que circula por los diferentes circuitos para poder calcular las secciones de los conductores.

Dependiendo de si el sistema es monofásico o trifásico, el cálculo de la intensidad se realiza de la siguiente manera.

A) Monofásico:

$$I = \frac{P}{V \cos \varphi}$$

donde:

I = Intensidad (A)

P = Potencia a suministrar por la línea (W)

V = Tensión de servicio (V)

$\cos \varphi$ = Desfase del receptor

B) Trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \varphi}$$

donde:

I = Intensidad (A)

P = Potencia a suministrar por la línea (W)

V = Tensión de servicio (V)

$\cos \varphi$ = Desfase del receptor

En este proyecto existen dos casos especiales en los cuales varía el cálculo:

- Receptores a motor.



Para este caso, según ITC BT 47, la intensidad para la cual debe de estar diseñada la línea, se obtiene como suma del 125 % de la intensidad nominal a plena carga del motor de mayor potencia y de la intensidad requerida por el resto de receptores que alimente la línea. Si la línea alimenta solo un motor, igualmente la corriente de cálculo será el 125 % de la intensidad a plena carga de dicho motor.

La intensidad a plena carga de los motores se calculará como se expone en los apartados A) y B), según sea monofásico o trifásico.

- Receptores de alumbrado de descarga

Para este caso, según ITC BT 44, las líneas que alimentan a este tipo de receptores se calcularán para una carga total en voltiamperios de 1.8 veces la potencia nominal en vatios. Si la red alimenta además a lámparas incandescentes, la carga en voltiamperios se calculará como suma de las potencias de las lámparas de incandescencia más 1.8 veces la suma de las potencias en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

Conocida la carga en voltiamperios para la que se ha de diseñar la línea, la corriente se obtendrá como cociente entre la carga y la tensión.

3º.- Determinación de la sección de los conductores.

La elección de los mismos se hará en base a varios aspectos.

El primer dato a tener en cuenta es las características de los conductores a utilizar, tipo de material conductor, material de la cubierta aislante, nivel de aislamiento. Todos estos datos son dados por el proveedor, que deberá tener las certificaciones de los organismos oficiales pertinentes.

El segundo aspecto a tener en cuenta es el tipo de instalación, si ésta va a ser al aire o bajo tubo.

Con todos estos datos ya definidos, la ITC BT 19 (tabla1) y la norma

UNE 20-460-94 Parte 5-523 dan la intensidad máxima admisible para cada conductor según su sección.

Los datos que aparecen en las tablas, son los correspondientes a una temperatura ambiente de 40 ° C y para el caso en el que el número de conductores normalmente recorridos por la corriente bajo un tubo, conducto o bandeja sea menor de cuatro (sin contar al neutro en un sistema trifásico).

Cuando alguna de estas dos condiciones no se cumpla, se aplicarán a los valores dados por las tablas de la ITC BT 19 y la norma UNE 20-460-94 Parte 5-523 una serie de coeficientes que nos darán la máxima intensidad admisible por los conductores en las condiciones de nuestra

Cálculos

8



instalación. Estos coeficientes reductores se hallan también en tablas de la ITC BT 19 y la norma UNE 20-460-94 Parte 5-523.

Con todos estos datos, se busca en la tabla correspondiente, la sección de conductor que admita la corriente calculada en el apartado anterior, tomando la sección por exceso, es decir, los datos de corriente que aparecen en las tablas son de intensidad máxima, luego escogeremos la sección que corresponda a la intensidad inmediatamente superior a la que se ha calculado, teniendo en cuenta los posibles coeficientes a aplicar.

Aunque no se haga aquí referencia a él, hay otro factor que condiciona la elección de la sección del conductor. Para que la protección de circuitos sea efectiva, se tiene que cumplir que la intensidad calculada para la línea, sea menor que la intensidad nominal de los elementos que protegen el circuito, y a su vez, ésta debe ser menor que la intensidad máxima que admiten los cables. Por lo tanto, ha de asegurarse que existen comercialmente dispositivos de protección cuya intensidad nominal se encuentre entre la corriente calculada para la línea y la corriente máxima que admite ésta. Aunque no se hace reseña específica a ello, las secciones se eligen también bajo esta condición.

Además de todo esto, una vez calculada la caída de tensión si esta no está dentro de la normativa, se aumentará la sección.

4º.- Obtención de la caída de tensión.

Como se expone en la instrucción ITC BT 19, las caídas de tensión máximas admisibles entre el origen de la instalación y el receptor, serán menores del 4,5% en alumbrado y del 6,5% en fuerza ya que esta es una instalación industrial con transformador de distribución propio. Habrá que comprobar que con la sección escogida se respetan estos límites (si no es así, habrá que coger una sección superior). Para ello, se tomarán las condiciones más desfavorables de intensidad y longitud, aplicando las siguientes fórmulas:

A) Sistema monofásico:

$$\Delta V = 2 \rho \frac{PL}{VS}$$

siendo:

ΔV : caída de tensión en la parte de línea considerada (V)

ρ : resistividad del cobre ($0.01724 \Omega / \text{mm}^2 \text{m}$)

P: potencia suministrada por la línea (W)

L: longitud de la línea (m)

V: tensión de suministro (230 V)

S: sección del conductor (mm^2)



B) Sistema trifásico:

$$\Delta V = \rho \frac{PL}{VS}$$

siendo:

 ΔV : caída de tensión en la parte de línea considerada (V) ρ : resistividad del cobre ($0.01724 \Omega / \text{mm}^2 \text{m}$)

P: potencia suministrada por la línea (W)

L: longitud de la línea (m)

V: tensión de suministro (400 V)

S: sección del conductor (mm^2)A) Línea de sección uniforme con derivaciones en sistema monofásico
(Utilizadas en el alumbrado):

$$\Delta V = 2\rho \frac{\sum_i L_i I_i \cos \varphi_i}{VS}$$

siendo:

 ΔV : caída de tensión en la parte de línea considerada (V) ρ : resistividad del cobre ($0.01724 \Omega / \text{mm}^2 \text{m}$)

I: Intensidad que recorre cada línea (A)

L: longitud de cada línea (m)

V: tensión de suministro (230V)

S: sección del conductor (mm^2)

Cos: coseno del ángulo formado por el receptor

5º.- Sección de los conductores neutro y de protección.

En el presente proyecto, en las líneas a dos hilos (fase y neutro) el conductor neutro tendrá una sección igual a la del conductor de fase. En las distribuciones a 4 hilos (tres fases y neutro) tampoco variará la sección del neutro respecto a las fases.

6º.- Elección del diámetro interior del tubo.

Se elegirá el diámetro interior del tubo dependiendo del número del tipo de aislamiento, número de conductores, sección y tipo de tubo a instalar. Cumpliendo siempre con la instrucción ITC BT 21 del R.E.B.T. sobre los tubos de las instalaciones.

2.3.- SOLUCIONES ADOPTADAS*Cálculos*



Se exponen a continuación las tablas de las distintas líneas de la instalación. Solo se encuentran los cálculos válidos, es decir, se han expuesto las secciones que además de ser válidas en cuanto a esfuerzo térmico, cumplen también la condición de la caída de tensión.

Las soluciones aquí expuestas son las realmente adoptadas.

También hay que añadir que ya se ha tenido en cuenta a la hora de calcular el factor que exige el R.E.B.T. para los motores, las lamparas de descarga y las diferentes tensiones de los enchufes trifásicos y monofásicos que hay en el taller.

Para la correcta interpretación de las tablas adjuntas, a continuación se van a explicar los elementos que aparecen, los cuales ya se han explicado como se calculan anteriormente:

- Líneas y receptor: Se refiere a la denominación de la línea o receptor que se va a analizar.
- V(v): Tensión a la que es alimentada la línea, la cual puede ser trifásica a 400V o monofásica a 230V.
- P(W): Potencia que consume el receptor o la línea.
- Q(VAR): Potencia reactiva que consume el receptor o la línea. Esta potencia no se convierte en trabajo. Se puede calcular usando la trigonometría, siempre que conozcamos el $\cos\phi$ y la Potencia.
- S(VA): Potencia aparente en Voltiamperios.
- $\cos\phi$: Factor de potencia de la línea eléctrica. El coseno del ángulo formado por la S y la P.
- C.SD: Coeficiente que se aplica en determinados casos.
- L(m): Longitud de la línea eléctrica en metros.
- I_{cal}(A): Intensidad que va a pasar por la línea.
- I_{Nom}(A): Intensidad que puede soportar el conductor elegido.
- SEC(mm²): Sección del cable elegido.
- C.D.T. (V): Caída de tensión.
- %Total(CDT): Porcentaje de la caída de tensión total.

| Cuadro C.T. | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | $\cos\phi$ | C.SD. | L (m) |
|---------------------|-----------------|-----------------|-------|---------------|------------------|---------------|------------|-------|-------|
| | ARMARIO GENERAL | ARMARIO GENERAL | 400 | 327254 | 152818.07 | 362989 | 0.92 | 1 | 35 |
| | C.B.T.C.T. | C.B.T. | 230 | 2000 | 128.6 | 2000 | 0.96 | 1 | 1,5 |
| Resumen C.T. | | | | 329254 | 152946.67 | 363043 | 0.9 | | |
| Cuadro B.T.C.T. | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | $\cos\phi$ | C.SD. | L (m) |



| | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| | T.C. Em 0 AL0 | T.C. Em ALUM. | 230 230 230 | 2000 16 116 | 0 14,2 114,4 | 2000 5,3 366,3 | 1 0,95 0,95 | 0.33 1 1 | 1,5 1.8 2 |
| Resumen B.T.C.T. | | | | | | | | | |
| | | | | 2132 | 128.6 | 2371.6 | 0.96 | | |
| ARMARIO GERAL | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |
| | OFICINAS Y VEST. | C.OF Y VEST. | 230 | 13376 | 800.07 | 13399.9 | 0,95 | 1 | 2 |
| | ALUM(BLINDO) | LUMINARIAS | 400 | 8750 | 4238 | 9473.68 | 0,95 | 1.8 | 60 |
| | FUERZA(BLINDO) | C.AUX 1a6 | 400 | 305000 | 147718 | 388889 | 0.94 | 1 | 102 |
| | BATERÍA CONDENSER | BATERÍA | 400 | | 75000 | | 0.88 | 1 | 1 |
| | EMERGENCIAS | EMERGENCIAS | 230 | 128 | 62 | 142.22 | 0.9 | 1 | 88.7 |
| Resumen ARMARIO GENERAL | | | | | | | | | |
| | | | | 327254 | 152818 | 362989 | 0,92 | | |
| Cuadro OFICINAS Y VESTUARIOS | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |
| | T.C OF.TEC | T.C. | 230 | 2000 | 0 | 2000 | 1 | 0.33 | 7.8 |
| | T.C.RECEP. | T.C. | 230 | 2000 | 0 | 2000 | 1 | 0.33 | 17.6 |
| | T.C.REUNI. | T.C. | 230 | 2000 | 0 | 2000 | 1 | 0.33 | 28.6 |
| | T.C.VEST.PAS.ASEO | T.C. | 230 | 2000 | 0 | 2000 | 1 | 0.33 | 30.6 |
| | C.I. | C.I. | 230 | 2000 | 0 | 2000 | 1 | 0.33 | 12.1 |
| | C.R. | C.R. | 230 | 2000 | 0 | 2000 | 1 | 0.33 | 12.1 |
| | AL.VEST.PAS.ASEO | ALUM. | 230 | 624 | 302.21 | 693.33 | 0.9 | 1.8 | 29.4 |
| | AL. OF.TEC.ENTRAD | ALUM. | 230 | 404 | 195.66 | 488.88 | 0.9 | 1.8 | 13.8 |
| | AL.RECP.ASEO. | ALUM. | 230 | 384 | 185.97 | 426.66 | 0.9 | 1.8 | 28.6 |
| | AL.SALA DE REUNIONES | ALUM. | 230 | 144 | 69.74 | 160 | 0.9 | 1.8 | 29.7 |
| | EMERGENCIAS | EMERG. | 230 | 96 | 46.49 | 106.66 | 0.9 | 1 | 25.6 |
| Resumen ARMARIO GENERAL | | | | | | | | | |
| | | | | 13376 | 800.07 | 13399.9 | 0,95 | | |

| | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|--------------|---------------|----------------|---------------|-------------|--------------|----------------------|
| Cuadro AUX.1 | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |
| | MÁQUINA | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | |
| | HERRAMIENTA | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | |
| | (RADIALES, | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | |
| | SOLDADORAS, | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | |
| | TALADROS, | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | |
| | COMPRESORES,ETC... | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | |
| | | | | | | | | | Resumen AUX.1 |
| Cuadro AUX.2 | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |
| | MÁQUINA | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | 16.2 |
| | HERRAMIENTA | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | 16.2 |
| | (RADIALES, | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | 16.2 |
| | SOLDADORAS, | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | 16.2 |
| | TALADROS, | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | 16.2 |
| | COMPRESORES,ETC... | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | 16.2 |
| Resumen AUX.2 | | | | | | | | | |
| | | | | 42000, | 20346 | 46668 | 0,9 | | |
| Cuadro AUX.3 | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |



| | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|--------------|---------------|----------------|---------------|-------------|--------------|--------------|
| | MÁQUINA | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | 26 |
| | HERRAMIENTA | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | 26 |
| | (RADIALES, | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | 26 |
| | SOLDADORAS, | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | 26 |
| | TALADROS, | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | 26 |
| | COMPRESORES,ETC... | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | 26 |
| Resumen AUX.3 | | | | 42000, | 20346 | 46668 | 0,9 | | |
| Cuadro AUX.4 | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |
| | MÁQUINA | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | 81.6 |
| | HERRAMIENTA | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | 81.6 |
| | (RADIALES, | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | 81.6 |
| | SOLDADORAS, | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | 81.6 |
| | TALADROS, | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | 81.6 |
| | COMPRESORES,ETC... | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | 81.6 |
| Resumen AUX.4 | | | | 42000, | 20346 | 46668 | 0,9 | | |
| Cuadro AUX.5 | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |
| | MÁQUINA | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | 91.45 |
| | HERRAMIENTA | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | 91.45 |
| | (RADIALES, | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | 91.45 |
| | SOLDADORAS, | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | 91.45 |
| | TALADROS, | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | 91.45 |
| | COMPRESORES,ETC... | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | 91.45 |
| Resumen AUX.5 | | | | 42000, | 20346 | 46668 | 0,9 | | |
| Cuadro AUX.6 | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |
| | MÁQUINA | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | 101.3 |
| | HERRAMIENTA | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | 101.3 |
| | (RADIALES, | T.C.32 A | 400 | 12000 | 5812 | 13333 | 0.9 | 0.33 | 101.3 |
| | SOLDADORAS, | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | 101.3 |
| | TALADROS, | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | 101.3 |
| | COMPRESORES,ETC... | T.C.16 A | 230 | 2000 | 970 | 2223 | 0.9 | 0.33 | 101.3 |
| Resumen AUX.6 | | | | 42000, | 20346 | 46668 | 0,9 | | |

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-------------|--------------|--------------|
| Cuadro ALUMBRADO (1) | | | | | | | | | |
| | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |
| | ALUMBRADO | 9 LUMINARIAS | 230 | 2250 | 739.54 | 2368.42 | 0.95 | 1,8 | 34.42 |
| Resumen C.ALUMB.(1) | | | | 2250 | 739.54 | 2368.42 | 0.95 | | |
| Cuadro ALUMBRADO (2) | | | | | | | | | |
| | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |



| | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-------------|--------------|--------------|
| | ALUMBRADO | 9 LUMINARIAS | 230 | 2250 | 739.54 | 2368.42 | 0.95 | 1,8 | 34.42 |
| Resumen C.ALUMB.(2) | | | | 2250 | 739.54 | 2368.42 | 0.95 | | |
| Cuadro ALUMBRADO (3) | | | | | | | | | |
| | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |
| | ALUMBRADO | 9 LUMINARIAS | 230 | 2250 | 739.54 | 2368.42 | 0.95 | 1,8 | 34.42 |
| Resumen C.ALUMB.(3) | | | | 2250 | 739.54 | 2368.42 | 0.95 | | |
| Cuadro ALUMBRADO (4) | | | | | | | | | |
| | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |
| | ALUMBRADO | 9 LUMINARIAS | 230 | 2250 | 739.54 | 2368.42 | 0.95 | 1,8 | 34.42 |
| Resumen C.ALUMB.(4) | | | | 2250 | 739.54 | 2368.42 | 0.95 | | |
| Cuadro FRESA. (A) | | | | | | | | | |
| | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |
| | FRESA(A) | FRESA(A) | 400 | 6000 | 2905.93 | 6666.67 | 0.88 | 1,25 | 34.42 |
| Resumen C.FRESA(A) | | | | 6000 | 3238.5 | 6818.18 | 0.88 | | |
| Cuadro FRESA. (B) | | | | | | | | | |
| | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |
| | FRESA(A) | FRESA(A) | 400 | 6000 | 2905.93 | 6666.67 | 0.88 | 1,25 | 36.96 |
| Resumen C.FRESA(B) | | | | 6000 | 3238.5 | 6818.18 | 0.88 | | |
| Cuadro FRESA. (C) | | | | | | | | | |
| | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |
| | FRESA(A) | FRESA(A) | 400 | 6000 | 2905.93 | 6666.67 | 0.88 | 1,25 | 41.50 |
| Resumen C.FRESA(C) | | | | 6000 | 3238.5 | 6818.18 | 0.88 | | |

| | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-------------|--------------|--------------|
| Cuadro TORNO. (A) | | | | | | | | | |
| | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |
| | TORNO(A) | TORNO(A) | 400 | 6000 | 2905.93 | 6666.67 | 0.88 | 1,25 | 61.4 |
| Resumen C.TORNO(A) | | | | 6000 | 3238.5 | 6818.18 | 0.88 | | |
| Cuadro TORNO. (B) | | | | | | | | | |
| | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | Q (VAR) | S (VA) | COSp | C.SD. | L (m) |
| | TORNO(A) | TORNO(A) | 400 | 6000 | 2905.93 | 6666.67 | 0.88 | 1,25 | 65.94 |
| Resumen C.TORNO(B) | | | | 6000 | 3238.5 | 6818.18 | 0.88 | | |



| Cuadro TORNO. (C) | Líneas TORNO(A) | Receptor TORNO(A) | V (V) 400 | P (W) 6000 | Q (VAR) 2905.93 | S (VA) 6666.67 | COSp 0.88 | C.SD. 1,25 | L (m) 70.48 |
|--------------------|--------------------|----------------------|--------------|---------------|--------------------|-------------------|--------------|---------------|----------------|
| Resumen C.TORNO(C) | | | | 6000 | 3238.5 | 6818.18 | 0.88 | | |

| Cuadro COMPRESOR | Líneas COMP. | Receptor COMP. | V (V) 400 | P (W) 4000 | Q (VAR) 1937.3 | S (VA) 4444.44 | COSp 0.87 | C.SD. 1,25 | L (m) 47.75 |
|------------------|-----------------|-------------------|--------------|---------------|-------------------|-------------------|--------------|---------------|----------------|
| Resumen C.COMP. | | | | 4000 | 2183.78 | 4557.3 | 0.87 | | |

| Cuadro TALADRO | Líneas TALADRO | Receptor TALADRO | V (V) 400 | P (W) 1500 | Q (VAR) 726.48 | S (VA) 1666.66 | COSp 0.86 | C.SD. 1,25 | L (m) 51.29 |
|-------------------|-------------------|---------------------|--------------|---------------|-------------------|-------------------|--------------|---------------|----------------|
| Resumen C.TALADRO | | | | 1500 | 890 | 1744.2 | 0.86 | | |

| Cuadro ESMERIL | Líneas ESMERIL | Receptor ESMERIL | V (V) 400 | P (W) 1500 | Q (VAR) 726.48 | S (VA) 1666.66 | COSp 0.85 | C.SD. 1,25 | L (m) 54.83 |
|-------------------|-------------------|---------------------|--------------|---------------|-------------------|-------------------|--------------|---------------|----------------|
| Resumen C.TALADRO | | | | 1500 | 929.62 | 1764.7 | 0.85 | | |

| Cuadro PUENTE GRUA Y EXTRACTOR | Líneas PUENTE EXTRACTOR | Receptor PUENTE EXTRACTOR | V (V) 400 400 | P (W) 8500 1500 | Q (VAR) 4817.17 726.48 | S (VA) 9770.11 1666.66 | COSp 0.87 0.9 | C.SD. 1,25 1,25 | L (m) 53.05 53.05 |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| Resumen C.P.GRUA Y EXTRACT. | | | | 10000 | 5543.65 | 11436.77 | 0.88 | | |

Ahora se detallan los resultados definitivos.

| Cuadro C.B.T.C.T. | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | COSp | I.cal (A) | I.Nom (A) | SEC(mm ²) | L(m) | (CDT) (V) | % Total (CDT) |
|--------------------------|-------------------|----------|-------|--------|------|-----------|-----------|-----------------------|------|-----------|---------------|
| | ACOMETIDA | ARMARIO | 400 | 327130 | 0,9 | 524.64 | 565 | 3X240 | 35 | 0.68 | 2.74 |
| | ALUMBRADO | GENERAL | 230 | 116 | 0.9 | 0.56 | 11 | 1.5 | 1.5 | 0.0087 | 0.02 |
| | T.C. | T.C. | 230 | 2000 | 1 | 8.7 | 11 | 2.5 | 1.5 | 0.089 | 0.2 |
| | EMERGENCIA | EMERG. | 230 | 16 | 0.9 | 0.07 | 11 | 1.5 | 1.5 | 0.001 | 0.005 |
| Cuadro OFICI-NAS Y VEST. | Líneas | Receptor | V (V) | P (W) | COSp | I.cal (A) | I.Nom (A) | SEC(mm ²) | L(m) | (CDT) (V) | % Total (CDT) |
| | T.C OF.TEC | T.C. | 230 | 2000 | 1 | 8.69 | 11 | 2.5 | 7.8 | 0.77 | 1.78 |
| | T.C.RECEP. | T.C. | 230 | 2000 | 1 | 8.69 | 11 | 2.5 | 17.6 | 0.17 | 0.4 |
| | T.C.REUNI. | T.C. | 230 | 2000 | 1 | 8.69 | 11 | 2.5 | 28.6 | 0.28 | 0.65 |
| | T.C.VEST.PAS.ASEO | T.C. | 230 | 2000 | 1 | 8.69 | 11 | 2.5 | 30.6 | 0.3 | 0.7 |
| | C.I. | C.I. | 230 | 2000 | 1 | 8.69 | 11 | 2.5 | 12.1 | 0.12 | 0.27 |
| | C.R. | C.R. | 230 | 2000 | 1 | 8.69 | 11 | 2.5 | 12.1 | 0.12 | 0.27 |
| | C.R. | ALUM. | 230 | 624 | 0.9 | 3.01 | 11 | 1.5 | 29.4 | 0.91 | 2.10 |



| | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------------|------------|--------------|-------------|------------------|------------------|---|--------------|----------------------|--------------------------|
| | AL.VEST.PAS.ASEO AL. OF.TEC.ENTRAD AL.RECP.ASEO.REUN | ALUM. ALUM. | 230 230 | 404 384 | 0.9 0.9 | 1.95 1.85 | 11 11 | 1.5 1.5 | 13.8 28.6 | 0.27 0.54 | 0.63 1.25 |
| CUADROS AUXILIARS Y MÁQUINAS | Lineas | Receptor | V | P (W) | COSp | I.cal (A) | I.Nom (A) | SEC(mm²) BLINDO(AL) | L(m) | (CDT) (V) | % Total (CDT) |
| | C.AUX.1 | T.C. | 400 | 42000 | 1 | 67.35 | 630 | 295 | 6.4 | 0.0065 | 0.026 |
| | C.AUX.2 | T.C. | 400 | 42000 | 1 | 67.35 | 630 | 295 | 16.2 | 0.0165 | 0.066 |
| | C.AUX.3 | T.C. | 400 | 42000 | 1 | 67.35 | 630 | 295 | 26 | 0.026 | 0.105 |
| | C.AUX.4 | T.C. | 400 | 42000 | 1 | 67.35 | 630 | 295 | 81.6 | 0.083 | 0.331 |
| | C.AUX.5 | T.C. | 400 | 42000 | 1 | 67.35 | 630 | 295 | 91.45 | 0.093 | 0.37 |
| | C.AUX.6 | T.C. | 400 | 42000 | 1 | 67.35 | 630 | 295 | 101.3 | 0.103 | 0.41 |
| | FRESA A | MÁQUINA | 400 | 6000 | 0.9 | 9.62 | 630 | 295 | 34.42 | 0.05 | 0.2 |
| | FRESA B | MÁQUINA | 400 | 6000 | 0.9 | 9.62 | 630 | 295 | 36.96 | 0.053 | 0.214 |
| | FRESA C | MÁQUINA | 400 | 6000 | 0.9 | 9.62 | 630 | 295 | 41.5 | 0.06 | 0.24 |
| | COMPRESOR | MÁQUINA | 400 | 4000 | 0.9 | 6.42 | 630 | 295 | 47.75 | 0.064 | 0.18 |
| | TALADRO | MÁQUINA | 400 | 1500 | 0.9 | 2.4 | 630 | 295 | 51.29 | 0.018 | 0.07 |
| | PNT.GRUA, ESTRC | MÁQUINA | 400 | 10000 | 0.9 | 16 | 630 | 295 | 53.05 | 0.13 | 0.51 |
| | ESMERIL | MÁQUINA | 400 | 1500 | 0.9 | 2.4 | 630 | 295 | 54.83 | 0.02 | 0.08 |
| | TORNO A | MÁQUINA | 400 | 6000 | 0.9 | 9.62 | 630 | 295 | 61.4 | 0.89 | 0.35 |
| | TORNO B | MÁQUINA | 400 | 6000 | 0.9 | 9.62 | 630 | 295 | 65.94 | 0.095 | 0.38 |
| | TORNO C | MÁQUINA | 400 | 6000 | 0.9 | 9.62 | 630 | 295 | 70.48 | 0.102 | 0.4 |
| Cuadros Alimentación Luminarias. (C.D.T.Hasta última luminaria) | Lineas | Receptor | V | P (W) | COSp | I.cal (A) | I.Nom (A) | SEC(mm²) | L(m) | (CDT) (V) | % Total (CDT) |
| | C.1 | ALUMB. | 400 | 2250 | 0,9 | 2.4 | 25 | 10 | 19.5 | 0.36 | 0.83 |
| | C.2 | ALUMB. | 400 | 2250 | 0.9 | 2.4 | 25 | 10 | 27.5 | 0.51 | 1.17 |
| | C.3 | ALUMB. | 400 | 2250 | 0.9 | 2.4 | 25 | 10 | 35.5 | 0.66 | 1.52 |
| | C.4 | ALUMB. | 400 | 2250 | 0.9 | 2.4 | 25 | 10 | 43.5 | 0.81 | 1.86 |

3.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.1.- INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

En un sistema trifásico, la intensidad en el primario I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kV = 13.2 kV.

I_p = Intensidad en el primario en Amperios.



Sustituyendo valores, tendremos:

| Potencia del transformador (kVA) | Ip (A) |
|----------------------------------|--------|
| 400 | 17.6 |

3.2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

En un sistema trifásico la intensidad en el secundario Is viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

Wfe= Pérdidas en el hierro.

Wcu= Pérdidas en los arrollamientos.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0,40 kV.

Is = Intensidad en el secundario en Amperios.

Wfe+Wcu transformador = 4,6Kw

Sustituyendo valores, tendremos:

| Potencia del transformador (kVA) | Is (A) |
|----------------------------------|--------|
| 400 | 570.71 |

3.3.- CORTOCIRCUITOS

3.3.1.-- Observaciones

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora

Cálculos



(Iberdrola).

3.3.2.- Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

Intensidad en el primario para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

U = Tensión primaria en kV.

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

E_{cc} = Tei3n de c.c del trafo. $=U_{cc}/100$

Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensi3n:

No la vamos a calcular ya que ser3 menor que la calculada en el punto anterior.

Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensi3n (despreciando la impedancia de la red de alta tensi3n):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_{cc} = Tensi3n porcentual de cortocircuito del transformador.

U_s = Tensi3n secundaria en carga en voltios.

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

3.3.3.- Cortocircuito en el lado de Alta Tensi3n

Utilizando la f3rmula expuesta anteriormente con:

$S_{cc} = 350$ MVA.

$U = 13,2$ kV.

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria m3xima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$I_{ccp} = 15.30$ kA.

C3culos



3.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Despreciaremos la impedancia de la red de alta tensión. Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

| Potencia del transformador (kVA) | Ucc (%) | Iccs (kA) |
|----------------------------------|---------|-----------|
| 400 | 6 | 9.62 |

Siendo:

- Ucc: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.
- Iccs: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

3.4.- DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

El dimensionamiento del embarrado no será necesario ya que las celdas de SF6 suministradas por el proveedor incluyen un embarrado interno diseñado para soportar la intensidad asignada y las intensidades térmica y dinámica asignadas.

3.5.- SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN

3.5.1.- Alta tensión

Las protecciones en alta tensión están incluidas en las celdas de SF6 instaladas. En el documento memoria se pueden ver las celdas elegidas y sus componentes.

3.5.2.- Baja tensión

La salida de Baja Tensión del transformador se protegerá mediante un interruptor automático.

La intensidad nominal y el poder de corte de dicho interruptor serán como mínimo iguales a los valores de intensidad nominal de Baja Tensión e intensidad máxima de cortocircuito de Baja Tensión indicados en el apartado 2.4.3.

3.6.- DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire utilizaremos la siguiente expresión:



$$Sr = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 * K * \sqrt{h * \Delta t^3}}$$

Siendo:

W_{cu} = Pérdidas en cortocircuito del transformador en kW.

W_{fe} = Pérdidas en vacío del transformador en kW.

h = Distancia vertical entre centros de rejillas = 2 m.

Δt = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, considerándose en este caso un valor de 15°C.

K = Coeficiente en función de la rejilla de entrada de aire, considerándose su valor como 0,6.

Sr = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador.

Sustituyendo valores tendremos:

| Potencia del transformador mínima(kVA) | Pérdidas $W_{cu} + W_{fe}$ (kW) | Sr (m ²) |
|--|---------------------------------|------------------------|
| 400 | 4,6 | 0,39 |

3.7.- DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS

Al no haber transformadores de aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de pozo apagafuegos.

3.8.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE B.T. EN EL C.T.

3.8.1.- Alumbrado

El método de cálculo se ha explicado en el documento memoria.

Siendo estos los datos:

$E=200$ lux, $(4.72 \times 2.46)m$, $h=2.28m$, $fc=0,8$, Iluminación directa.

Solución adoptada: 2 Fluorescentes PHILIPS MASTER TL-D XTRA 58W/840
1 luminarias DISANO mod. 873 EL, Confort serie 8 (2x58).

Potencia: 116 W.



3.8.2.- Cálculo de secciones del cuadro del C.T.

Las intensidades nominales que tienen que soportar los cables que une el secundario del transformador con el cuadro de baja tensión del centro de transformación es:

$$I = S / \sqrt{3} \cdot 0.4 = 400 / \sqrt{3} \cdot 0.4 = 577,32 \text{ A}$$

Se ha decidido poner 3 cables unipolares de cobre de 240 mm² por fase de sección, que en condiciones normales soporta 945 A, y provocan una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado).

Los resultados de las demás secciones de los conductores del centro de transformación se han calculado anteriormente, concretamente en el punto 2.2.3. de este mismo documento.

3.9.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

3.9.1.- Investigación de las características del suelo

Según la investigación previa del terreno (utilizando el método Wenner) donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de $\rho = 200 \Omega \cdot \text{m}$.

3.9.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto

El neutro de la red de distribución en Media Tensión está conectado rígidamente a tierra. Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del Centro, así como de las características de la red de MT.

Para un valor de resistencia de puesta a tierra del Centro de 9,4 Ω , la intensidad máxima de defecto a tierra es 1600 Amperios y el tiempo de eliminación del defecto es inferior a 0.35 segundos, según datos proporcionados por la Compañía Eléctrica suministradora (IBERDROLA). Los valores de **K** y **n** para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 para los valores de tiempo e intensidad de defecto proporcionado por la Compañía son:

$$K = 72 \text{ y } n = 1.$$

3.9.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra

• Tierra de protección

Cálculos

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas, cuba del transformador y envolvente del cuadro de Baja Tensión...

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA. Conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de picas en rectángulo 6 x 4 m cuyas características se indican a continuación:

Rectángulo 6·x 4 m.

Diámetro de las picas = 14 mm.

Longitud de las picas = 2 m.

Nº de picas = 6.

Sección del conductor de cobre desnudo que une las picas = 50 mm²

Profundidad = 0,8m.

Unidas las picas al cable por soldadura aluminotérmica.

Parámetros característicos:

Resistencia (K_r) = 0,047 $\Omega/(\Omega \cdot m)$.

Tensión de paso (K_p) = 0,0089 V/($\Omega \cdot m \cdot A$).

Descripción:

Estará constituida por 6 picas en rectángulo de 6 x 4 m unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.8 m.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV de 50 mm².

• Tierra de servicio

Se conectará a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra del secundario del transformador de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección.

La configuración escogida se describe a continuación.

Cálculos



Optaremos por un sistema de 6 picas de 2 m en hilera de 12 m de longitud y enterradas a una profundidad de 0.5 m. El cable que las une sale del centro de transformación y pasa por canalización subterránea por debajo de una calzada hasta una arqueta donde está la unión del cable con la hilera por soldadura aluminotérmica a 50.9 m del centro.

Diámetro de las picas = 14 mm.

Longitud de las picas = 2 m.

Nº de picas = 6.

Sección del conductor de cobre desnudo que une las picas = 50mm²

Unidas las picas al cable por soldadura aluminotérmica.

Parámetros característicos:

$$K_r = 0,047 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0,0089 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido bajo tubo contra daños mecánicos.

Parámetros característicos:

$$K_r = 0.0311 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.00456 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 600 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ($=37 \times 0,650$), cumpliendo así con las especificaciones exigidas por la RBT ITC 24.

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación viene dada por:

$$D = (R_o \times I'd) / 2000 \cdot \pi$$

Donde:

R_o = resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$

$I'd$ = Intensidad de defecto en A

D = Distancia mínima de separación en m

$$D = 50.9 \text{ m}$$

3.9.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierras

Cálculos



• Tierra de protección

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t), y tensión de defecto correspondiente (U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r * \rho$$

Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = I_d * R_t.$$

Siendo:

$$\rho = 200 \, \Omega \cdot \text{m}.$$

$$K_r = 0,047 \, \Omega / (\Omega \cdot \text{m})$$

$$I_d = 1600 \, \text{A}$$

Se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 9,4 \, \Omega$$

$$U_d = 15040 \, \text{V}$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser mayor que 15040 V.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por esto no afecten a la red de Baja Tensión.

Se puede comprobar asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

• Tierra de servicio

$$R_t = K_r * \rho = 0,047 * 200 = 9,4 \, \Omega.$$

que es inferior a 37 Ω , valor máximo calculado para cumplir las especificaciones del REBT.



3.9.5.- Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Los muros, entre sus paramentos tendrán una resistencia de 100.000 ohmios como mínimo (al mes de su realización).

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p * \rho * I_d = 0,0089 * 200 * 1600 = 2848 \text{ V.}$$

3.9.6.- Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

En el caso de existir en el paramento interior una armadura metálica, ésta estará unida a la estructura metálica del piso.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 9,4 * 1600 = 15040 \text{ V.}$$

3.9.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

Cálculos



$$U_p(\text{exterior}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 * \rho}{1.000} \right)$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3 * \rho + 3 * \rho h}{1.000} \right)$$

Siendo:

U_p = Tensiones de paso en Voltios.

$K = 72$.

$n = 1$.

t = Duración de la falta en segundos: 0.35 s.

ρ = Resistividad del terreno. En este caso $200 \Omega \cdot m$. (por ser arena arcillosa).

ρh = Resistividad del hormigón = $3.000 \Omega \cdot m$.

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 4525,7 \text{ V.}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 21805,71 \text{ V.}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 2848 \text{ V} < U_p(\text{exterior}) = 4525,7 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 15040 \text{ V} < U_p(\text{acceso}) = 21805,71 \text{ V.}$$

3.9.8.- Investigación de tensiones transferibles al exterior

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima D_{\min} , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} = \frac{\rho * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

Cálculos



$$\rho = 200 \, \Omega \cdot \text{m.}$$
$$I_d = 1600 \, \text{A.}$$

Obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{\text{mín}} = 50,9 \, \text{m.}$$

3.9.9.- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían éstas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

La situación exacta tanto de la puesta a tierra de protección tanto como la tierra de servicio se puede observar en los planos.

En el estudio de la puesta a tierra de la nave se incluye el cálculo de la separación necesaria entre esta tierra y las de protección y servicio del centro de transformación.

4.- CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

4.1.- INTRODUCCIÓN

El cálculo de la corriente de cortocircuito en diferentes puntos de una instalación tiene por objeto determinar el poder de corte del aparellaje de protección en los puntos considerados, estos puntos serán las entradas a los cuadros de distribución, ya que es aquí donde se colocarán las protecciones.

El poder de corte de las protecciones deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito I_{cc} calculada para su valor máximo en ausencia del dispositivo de protección.

4.2.- PROCEDIMIENTO Y CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

La corriente de cortocircuito trifásico en un punto de la instalación se calcula aplicando la fórmula:

$$I_{cc} = \frac{CV}{\sqrt{3}Z}$$

siendo:

Cálculos



I_{cc} = corriente de cortocircuito trifásico.

C = Factor de ponderación, en este caso siempre 1.

V = tensión entre fases en el secundario del transformador (lado de baja Tensión).

Z = impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto.

Se determinará, por tanto, la impedancia total aguas arriba del defecto. Para ello, se descompone la red en diversas partes en función de los datos de que se dispone.

Se han seguido los siguientes pasos:

- a) Obtención de la potencia de cortocircuito del Transformador Este dato lo proporciona IBERDROLA, y es: $P_{cc} = 350 \text{ MVA}$

De $P_{cc} = \sqrt{3} * V * I_{cc}$, deducimos que:

$$Z_{S \text{ alta}} = \frac{V^2}{P_{cc}}$$

Así:

$$Z_{S \text{ alta}} = 13200^2 / 350 \cdot 10^6 = 0.3485 \, \Omega$$

Pero este dato está referido a la parte de alta del transformador de la nave, de relación $13200/400 \Rightarrow a = 33$

La impedancia de cortocircuito referida al secundario del transformador es:

$$Z_{S \text{ baja}} = Z_{S \text{ alta}} / a^2 = 32 * 10^{-5} \, \Omega$$

Despreciamos la resistencia frente a la reactancia. Nos queda:

$$Z_s = X_s = 32 * 10^{-5} \, \Omega$$

- b) La línea de acometida al Transformador de la nave.

Se trata de una línea de 130 metros de cable subterráneo de aluminio cuya designación UNE es DHZ1-12/20 KV.

Impedancia de cable:

$$Z = 0.403 + j 0,120 = 0.420 \arg (16.58) \, \Omega/\text{Km}$$

La impedancia de la línea será igual a:

$$Z_l = 0.420 \cdot 0.13 = 0.0546 \, \Omega = (0.0523 + 0.0156j) \, \Omega$$



De nuevo la referimos al lado de baja:

$$Z_{lb} = 0.0546 / a^2 = 5.01 \cdot 10^{-5} \Omega$$

Así pues la impedancia de la acometida, $Z_{acometida}$, queda:

$$Z_{acometida} = Z_{sbaja} + Z_{lb} = 3.7 \cdot 10^{-4} \Omega$$

c) Impedancia del transformador:

La tensión de cortocircuito V_{cc} , es un dato facilitado por el fabricante del transformador. En este caso, es del 4%.

Con este dato se obtiene la impedancia de cortocircuito del transformador, Z_t .

$$Z_t = V_{cc} \frac{V^2}{P}$$

V = tensión en el secundario (400 V)

P = potencia aparente (400 KVA)

$$Z_{t1} = 0.04 \cdot 400^2 / 400000 = 0.0102 \Omega$$

La impedancia total aguas arriba del transformador Z_1 es la suma de la impedancia aguas arriba del transformador, la impedancia de la línea que llega hasta el centro de transformación de la nave y la propia impedancia del transformador.

$$Z_1 = 0.0105 \Omega$$

$$I_{CC} = U_s / (\sqrt{3} \cdot Z) = 400 / \sqrt{3} \cdot 0.0105 = 21.934 \text{ kA}$$

Para determinar la resistencia de las líneas, se tendrán en cuenta los datos suministrados por el fabricante (ver Bibliografía).

Para determinar la reactancia de las líneas, se tendrá en cuenta el siguiente cuadro (Instalaciones Eléctricas G. Seip Siemens).

| CABLES | |
|--|---|
| Reactancia (Ω) | $X = 7 \cdot 10^{-8} \cdot L$ (tripolar) |
| | $X = 15 \cdot 10^{-8} \cdot L$ (unipolar) |
| | L (m) |
| NOTA: Para $S < 25 \text{ mm}^2$ se podrá despreciar la reactancia | |

Con estos datos, se calculan las distintas intensidades de cortocircuito en los puntos en que se van a colocar magnetotérmicos.

Cálculos

29



4.3. INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

Se calculan ahora las intensidades de cortocircuito trifasico, ya que son las mayores que soportará la línea y por lo tanto las que determinarán el poder de corte necesario de los magnetotérmicos.

Todas las impedancias dadas en la tabla son los valores de módulo del vector, en los cables que no se pueda despreciar la reactancia debido a su sección el cálculo de módulo se hace previamente.

Se considera la impedancia del circuito aguas arriba de cada protector hasta el centro de transformación de la compañía suministradora Iberdrola ya que la situación más desfavorable para el protector se halla cuando el cortocircuito se produce al lado del protector.

Se detallan las características de las líneas que tienen protecciones aguas abajo y por lo tanto deberán tenerse en cuenta para el cálculo.

CALCULO DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN LOS CUADROS GENERALES Y AUXILIARES:

| LINEA | V (V) | L (m) | (SEC (mm ²)) | R cable (ohm/m) | Xcable | Zcable(Ω) | Zlínea(Ω) |
|-------------|-------|-------|--------------------------|-----------------|------------|-----------|-----------|
| ACOMETIDA | 13200 | 130 | 150 | 0,000065 | 0,00000101 | 0,000065 | 0.0085 |
| L.G.A. | 400 | 35 | 3(240) | 0,000065 | 0,00000101 | 0,000065 | 0,0023 |
| B.T. C.T. | 230 | 1 | 16 | 0,00327 | 0 | 0,00327 | 0.00327 |
| OFICINAS | 230 | 2 | 16 | 0,00327 | 0 | 0,00327 | 0.0065 |
| ALUM.Z.P. | 400 | 59.5 | 10 | 0.00034 | 0,000007 | 0.0000324 | 0.0019 |
| FUERZA.Z.P. | 400 | 102 | 295 | 0.00013 | 0.000032 | 0.000142 | 0.0146 |

A continuación se detallan las corrientes de cortocircuito calculadas que imponen la condición de poder de corte mínimo para las protecciones.

| C.C.T. | | | | |
|------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| | Líneas | Receptor | Z _{tot} (Ω) | I _{cc} (kA) |
| | ARMARIO GENERAL | ARMARIO GENERAL | 0.0105 | 20.9 |
| | C.T. | T.C. | | |
| | | Al | | |
| | | Em 0 | | |
| C.C.T.B.T. | Líneas | Receptor | Z _{tot} (Ω) | I _{cc} (kA) |



| | | | | |
|------------------------------|-------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|
| | Al | AL | | |
| | T.C. | T.C. | 0.0108 | 10.65 |
| | Em | Em | | |
| ARMARIO GENERAL | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | OFICINAS | C.OF.Y VEST. | | |
| | ALUM.Z.P. | LUMINARIAS | 0.0109 | 21.2 |
| | FUERZA.Z.P. | T.C. | | |
| C.OFICINAS VESTUARIOS | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | T.C.OF.TEC | T.C. | | |
| | T.C.RECEP. | T.C. | | |
| | T.C.REUNI. | T.C. | | |
| | T.C.VEST.PAS.ASEO | T.C. | | |
| | C.I. | ALARMA | | |
| | C.R. | ALARMA | 0.0135 | 8.52 |
| | AL.VEST.PAS.ASEO | LUM. | | |
| | AL.OF.TEC.ENTRAD | LUM. | | |
| | AL.RECP.ASEO.REUN | LUM. | | |
| | EMERGENCIAS | LUM | | |
| C.AUX.1 | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | T.C.TRIFÁSICO | T.C. | | |
| | T.C.MONOFÁSICO | T.C. | 0.0118 | 19.6 |
| C.AUX.2 | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | T.C.TRIFÁSICO | T.C. | | |
| | T.C.MONOFÁSICO | T.C. | 0.0139 | 16.6 |
| C.AUX.3 | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | T.C.TRIFÁSICO | T.C. | | |
| | T.C.MONOFÁSICO | T.C. | 0.0146 | 15.8 |
| C.AUX.4 | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | T.C.TRIFÁSICO | T.C. | | |
| | T.C.MONOFÁSICO | T.C. | 0.0225 | 10.26 |
| C.AUX.5 | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | T.C.TRIFÁSICO | T.C. | | |
| | T.C.MONOFÁSICO | T.C. | 0.024 | 9.6 |
| C.AUX.6 | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | T.C.TRIFÁSICO | T.C. | 0.025 | 9.27 |



| | | | | |
|--|----------------|------|--|--|
| | T.C.MONOFÁSICO | T.C. | | |
|--|----------------|------|--|--|

| | | | | |
|-----------------------------|---------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|
| C.FRESA A | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | TRIFÁSICA | MÁQUINA. | 0.015 | 14.7 |
| C.FRESA B | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | TRIFÁSICA | MÁQUINA. | 0.016 | 14.34 |
| C.FRESA C | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | TRIFÁSICA | MÁQUINA. | 0.017 | 13.6 |
| C.COMPRES | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | TRIFÁSICA | MÁQUINA. | 0.0177 | 13.04 |
| C.TALADRO | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | TRIFÁSICA | MÁQUINA. | 0.0182 | 12.7 |
| C.PNT.GRUAY EXTRACT. | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | TRIFÁSICA | MÁQUINA. | 0.019 | 12.15 |
| C.ESMERIL | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | TRIFÁSICA | MÁQUINA. | 0.02 | 11.5 |
| C.TORNO A | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | TRIFÁSICA | MÁQUINA. | 0.024 | 9.6 |
| C.TORNO B | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | TRIFÁSICA | MÁQUINA. | 0.029 | 7.7 |
| C.TORNO C | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | TRIFÁSICA | MÁQUINA. | 0.031 | 7.5 |

| | | | | |
|-------------------|---------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|
| C.ALUMB. 1 | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | TRIFÁSICA | ALUMB.1 | 0.011 | 20.9 |
| C.ALUMB. 2 | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |

Cálculos



| | | | | |
|-----------------------|---------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | TRIFÁSICA | ALUMB.2 | 0.0112 | 20.6 |
| C.ALUMB. 3 | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | TRIFÁSICA | ALUMB.3 | 0.0115 | 20.08 |
| C.ALUMB. 4 | Líneas | Receptor | Ztot(Ω) | Icc (kA) |
| | TRIFÁSICA | ALUMB.4 | 0.0117 | 19.74 |

5. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS DE LA NAVE

5.1. CÁLCULO DE LA MÁXIMA RESISTENCIA A TIERRA

En el documento memoria se han distinguido tipos de situaciones en función del tipo de local y de la sensibilidad de los diferenciales instalados.

Se utiliza la ley de Ohm:

$$R = V_c / I_s$$

Siendo:

- R: Valor máximo de la resistencia de puesta a tierra.
- V_c: Tensión máxima de contacto. Según reglamento, es de 24V en locales húmedos y 50V en locales secos.
- I_s: Corriente de disparo del interruptor diferencial(A). Su valor es de 30mA en diferenciales de alta sensibilidad, 300mA en los de media sensibilidad y 500mA en baja sensibilidad.

La máxima resistencia del circuito de protección, entendido éste desde la conexión a masa hasta el paso a tierra, para estos casos es:

- a) Locales húmedos con diferenciales de alta sensibilidad:

$$R = 24 / 0,03 = 800 \, \Omega$$

- b) Locales secos con diferenciales de alta sensibilidad: 1666,7 Ω

$$R = 50 / 0,03 = 1666,7 \, \Omega$$

- c) Locales secos con diferenciales de media sensibilidad: 166,7 Ω

$$R = 50 / 0,3 = 166,7 \, \Omega$$



- d) Locales secos con diferenciales de baja sensibilidad: 100 Ω

$$R = 50 / 0,5 = 100 \Omega$$

Vamos a estudiar los casos más restringentes, es decir, aquellos circuitos en los que el conductor de tierra presenta mayor resistencia para cada uno de los cuatro casos expuestos, para ello se elegirá la combinación distancia-sección hasta el punto de puesta a tierra más desfavorable:

- a) Dentro de este apartado, como local húmedo solo se encuentran los vestuarios y los tres aseos.

El caso más desfavorable es la lampara del aseo de la zona de producción, circuito de alumbrado oficina de recepción, pasillo y aseos.

$$R = \rho L / S = 0,01724 \cdot 22,4 / 1,5 = 0,3379 \Omega$$

- b) En este apartado el punto crítico está situado en el cuadro auxiliar 6 en las tomas de corriente monofásicas:

$$R = \rho L / S = 0,0286 \cdot 101,3 / 295 = 0,0098 \Omega$$

- c) Dentro de este apartado el caso más desfavorable es el torno C

$$R = \rho L / S = 0,0286 \cdot 70,48 / 10 = 0,201 \Omega$$

Por último se añade la resistencia a tierra del electrodo, calculada más adelante.

$$R = 10,87 \Omega$$

R Total = 11,41 Ω resultado ampliamente inferior a los 100 Ω calculados bajo la exigencia de la ITC BT 18 punto 9.

Así pues:

Se puede considerar que el sistema de puesta a tierra combinado con las protecciones diseñadas está conforme a las especificaciones de la ITC BT 24 del REBT para un sistema TT.

5.2. CÁLCULO DEL ELECTRODO



Como se señala en el documento memoria, el electrodo va a consistir en un cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección en forma de rectángulo 4 x 8 m, enterrado horizontalmente a 0,8 m de profundidad.

Consultando la instrucción ITC BT18 Tabla 5, la resistencia de paso a tierra para un conductor enterrado horizontalmente viene dada por la siguiente expresión:

$$R = 2 \frac{\rho}{L}$$

donde:

ρ : es la resistividad del terreno

L: longitud del conductor

Datos:

$$\rho = 200 \Omega \cdot \text{m.}$$

$$D = 12 \text{ m}$$

$$L = 36.8 \text{ m}$$

$$R = 10,87 \Omega$$

5.3. COMPROBACIÓN DE LA SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LA INSTALACIÓN Y LA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Según la ITC BT 18 punto 11, para calcular la separación necesaria se usa la siguiente formula:

$$D = \frac{\rho * I_d}{2 * \pi * U}$$

Siendo:

D = Distancia mínima de separación entre tierras.

ρ = Resistividad media del terreno.

I_d = Intensidad de defecto a tierra, para el lado de alta tensión, dato proporcionado por Iberdrola.

U = 1200 V ya que es un sistema TT que cumple con las especificaciones dadas por esta instrucción.

La distancia mínima admitida entre tierras es de 42.44 m; como se puede ver en los planos las puestas a tierra diseñadas cumplen esta especificación.

6. CÁLCULOS DE LA COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

6.1. MÉTODOS EXISTENTES

Para la elección de la batería de condensadores adecuada a la instalación, el dato básico de partida es la energía reactiva que necesita dicha instalación.

Conocida la potencia activa y el factor de potencia de cada receptor, se calcula el factor de potencia total de la instalación y la potencia reactiva demandada por la instalación.

En el documento Memoria se justifica la necesidad de aumentar el factor de potencia a un valor comprendido entre 0.95 y 1.

Adoptaremos un factor de potencia de 0.97 y calculamos la potencia reactiva capacitiva que tendrá que aportar la batería de condensadores, que será la diferencia entre la potencia reactiva que necesita la instalación y la potencia reactiva que se absorberá de la red.

$$Q_b = Q - Q' = P * (tg \rho - tg \rho')$$

Siendo:

Q_b : potencia reactiva capacitiva de la batería.

Q : potencia reactiva original de la instalación.

Q' : potencia reactiva absorbida del exterior por la instalación después de la compensación.

$\cos \rho$: factor de potencia de la instalación antes de la corrección.

$\cos \rho'$: factor de potencia de la instalación después de la corrección.

6.2. CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES

Datos de la instalación:

$$P = 329254W$$

$$S = 363043 VA$$

$$Q = 152946 VAR$$

$$\cos \rho = P / S = 0.907$$

Para conseguir un factor de potencia de 0,97, la potencia reactiva capacitiva que debe introducir la batería de condensadores será:

$$\cos \rho' = 0,97$$

$$Q_{b1} = P * (tg \rho - tg \rho') = 70427.24VAR$$

Se escogerá una batería de condensadores. Una de 75KVar .



Las intensidades que tendran que soportar los cables que unen el transformador con la bateria de condensadores serán las siguientes:

$$I (75Kvar) = 113 \text{ A.}$$

Los cables escogidos tendran 35 mm².

La protección que se utilizará para la protección de la batería de condensadores, será un interruptor magnetotérmico de 125 A.

Los metodos utilizados para calcular estas secciones y las protecciones, se han determinado en el punto 2.2 de este mismo documento.

Fdo.: David Ederra Verano.
Pamplona, 28 de junio de 2012.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELECTRICA Y CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

PLANOS

Alumno: David Ederri Verano

Tutor: Félix Arroniz Fdez. De Gaceo

Pamplona, 25 de Junio de 2012



ÍNDICE GENERAL DE PLANOS

1.- PLANTA NAVE

2.- EMPLAZAMIENTO DE LA NAVE

3.- SITUACIÓN ZONAS DE TRABAJO

4.- SITUACIÓN CUADROS Y MÁQUINAS E INSTALACIÓN DE FUERZA

5.- DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO E INTERRUPTORES Y EMERGENCIAS

6.- PUESTAS A TIERRA

7.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

8.- UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

9.- CUADRO GENERAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

10.- ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN B.T. EN C.T.

11.- UNIFILAR ARMARIO GENERAL

12.- ESQUEMA UNIFILAR DE CUADRO DE OFICINAS Y VESTUARIOS

13.- CUADRO DE ALIMENTACIÓN DE BLINDOBARRA A LUMINARIAS 1

14.- CUADRO DE ALIMENTACIÓN DE BLINDOBARRA A LUMINARIAS 2

15.- CUADRO DE ALIMENTACIÓN DE BLINDOBARRA A LUMINARIAS 3

16.- CUADRO DE ALIMENTACIÓN DE BLINDOBARRA A LUMINARIAS 4

17.- CUADRO AUXILIAR 1

18.- CUADRO AUXILIAR 2

19.- CUADRO AUXILIAR 3

20.- CUADRO AUXILIAR 4

21.- CUADRO AUXILIAR 5

22.- CUADRO AUXILIAR 6

23.- CUADRO FRESADORA A



24.- CUADRO FRESADORA B

25.- CUADRO FRESADORA C

26.- CUADRO COMPRESOR

27.- CUADRO TALADRO

28.- CUADRO PUENTE GRUA Y ESTRACTOR

29.- CUADRO ESMERIL

30.- CUADRO TORNO A

31.- CUADRO TORNO B

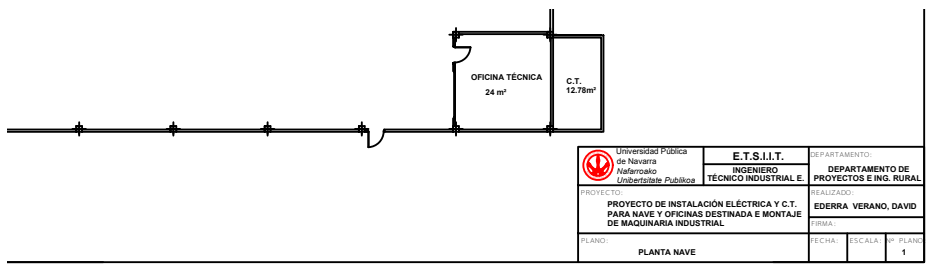
32.- CUADRO TORNO C


33.- CUADRO ALIMENTACIÓN BLINDOBARRA ALUMBRADO

34.- CUADRO ALIMENTACIÓN BLINDOBARRA FUERZA

35.- ESQUEMA UNIFILAR DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO

36.- DETALLE ZANJA Y ARQUETAS



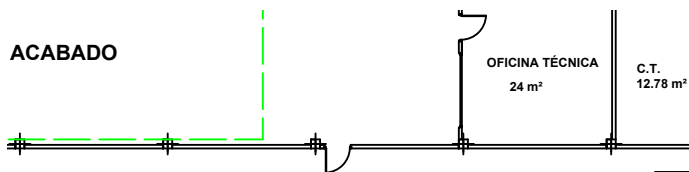
| | | |
|--|-----------------------------------|---|
|  Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitatea Publikoa | E.T.S.I.I.T. | DEPARTAMENTO: |
| | INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E | DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL |
| PROYECTO: | | REALIZADO: |
| PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. PARA NAVE Y OFICINAS DESTINADA E MONTAJE DE MAQUINARIA INDUSTRIAL | | EDERRA VERANO, DAVID |
| PLANO: | | FIRMA: |
| PLANTA NAVE | | FECHA: ESCALA: Nº PLANO: |
| | | 1 |




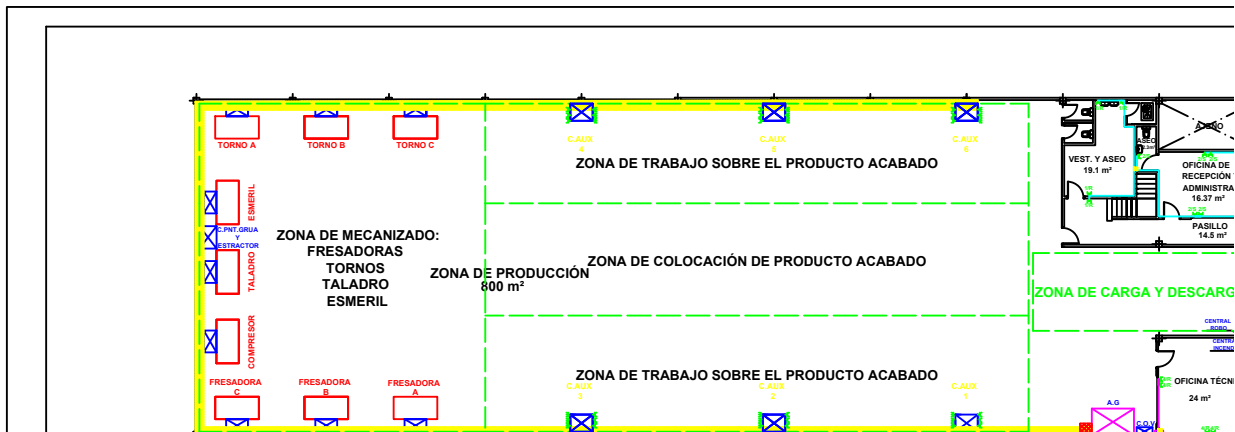
BERRIOSUSO

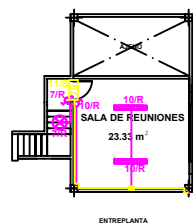
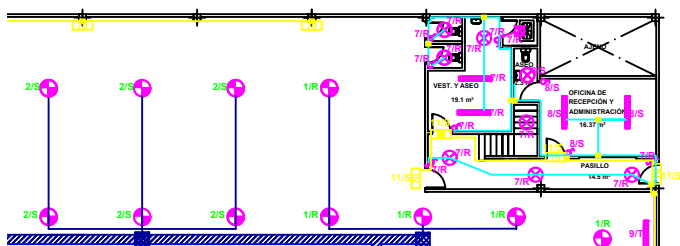
**NAVE INDUSTRIAL
BANPER S.L.**

| | | | | |
|--|--|--|------------------------|----------------------|
|  Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitatea Publikoa | E.T.S.I.I.T. | | DEPARTAMENTO DE: | |
| | INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E | | PROYECTOS E ING. RURAL | |
| PROYECTO: | PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. | | REALIZADO: | |
| | PARA NAVE Y OFICINAS DESTINADA AL MONTAJE DE MAQUINARIA INDUSTRIAL. | | EDERRA VERANO, DAVID | |
| PLANO: | EMPLAZAMIENTO DE LA NAVE | | FECHA: | |
| | | | ESCALA: | 1" PLANO 2 |

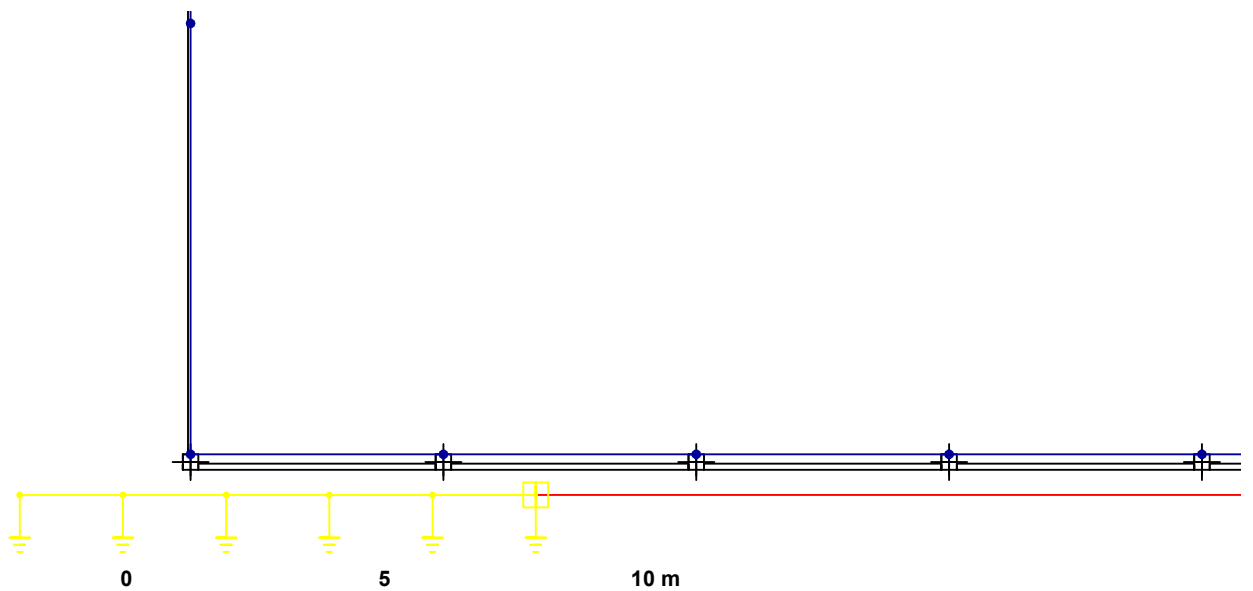


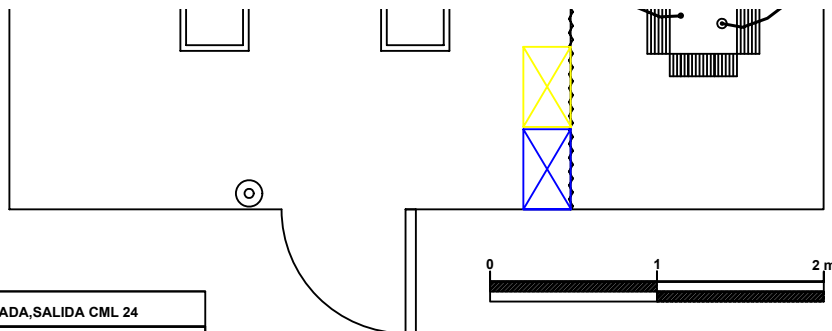
| | | | | | |
|---|---|------------------------------------|---|---------|----------|
|  | Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa | E.T.S.I.I.T. | DEPARTAMENTO: | | |
| | | INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E. | DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL | | |
| PROYECTO: | | REALIZADO: | | | |
| PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. PARA NAVE Y OFICINAS DESTINADA AL MONTAJE DE MAQUINARIA INDUSTRIAL | | EDERRA VERANO, DAVID | | | |
| | | FIRMA: | | | |
| PLANO: | ZONAS DE TRABAJO | | FECHA: | ESCALA: | Nº PLANO |
| | | | | | 3 |






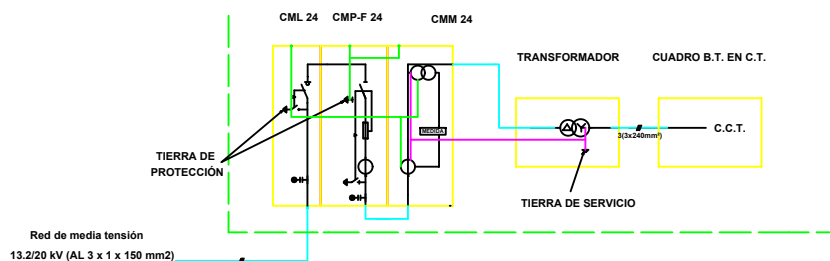
| LEYESIA | DESCRIPCIÓN |
|--|--|
| INTERRUPTOR | INTERRUPTOR |
| CONMUTADOR | CONMUTADOR |
| LUMINARIA 250W | LUMINARIA 250W |
| V.M.C.C. | V.M.C.C. |
| LUMINARIA DE EMPOTRAR 2x30W | LUMINARIA DE EMPOTRAR 2x30W |
| APARATO DE EMPOTRAR 60W | APARATO DE EMPOTRAR 60W |
| ESTANCO 60W | ESTANCO 60W |
| BLOQUE DE EMERGENCIA 30 W | BLOQUE DE EMERGENCIA 30 W |
| TUBO ALUMBRADO (P.F.) (P.F.) | TUBO ALUMBRADO (P.F.) (P.F.) |
| BLINDOABARRA ALUMBRADO | BLINDOABARRA ALUMBRADO |
| ALUMBRADO SIN PROTECCIÓN PARA ALUMBRADO | ALUMBRADO SIN PROTECCIÓN PARA ALUMBRADO |
| ALUMBRADO BLANCO BARRA CON INTERRUPTOR SECCIONADOR 144 | ALUMBRADO BLANCO BARRA CON INTERRUPTOR SECCIONADOR 144 |
| TUBO ALUMBRADO | TUBO ALUMBRADO |





| |
|----------------------------------|
| NTRADA,SALIDA CML 24 |
| PROTECCION CON FUSIBLE, CMP F 24 |
| IEDIDA, CMM 24 |
| A ACOMETIDA M.T. |
| OR 89B |
| DE B.T. |
| DE C.T. |

| | | |
|---|---------------------------------|--|
|  Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa | E.T.S.I.I.T. | DEPARTAMENTO: |
| | INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E. | DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL |
| PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. PARA NAVE Y OFICINAS DESTINADA AL MONTAJE DE MAQUINARIA INDUSTRIAL | | REALIZADO: EDERRA VERANO, DAVID |
| PLANO: | | FIRMA: |
| CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | | FECHA: ESCALA: Nº PLANO |
| | | 7 |



LEYENDA:

| | |
|--|--|
| | CML 24: CELDA DE ENTRADA-SALIDA |
| | CMP-F 24: CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLE |
| | CMM 24: CELDA DE MEDIDA |
| | SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA, 630 A |
| | INTERRUPTOR SECCIONADOR 630 A |
| | INDICADOR DE PRESENCIA DE TENSION |
| | 3 x TRANSFORMADOR DE TENSION 13200/110 V, CLASE 0.2, 15 VA |
| | 3 x TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 15-30/5 A, 15 VA, CLASE 0.5 |
| | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE CORTE CON FUSIBLE 3 x 630 A |
| | CONDUCTOR DE PROTECCIÓN TIERRA DE PROTECCIÓN 16mm ² |
| | CONDUCTOR DE PROTECCIÓN A TIERRA DE SERVICIO 16mm ² |
| | CONDUCTOR : AL, 150mm ² |
| | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 630 A, 22 KA |



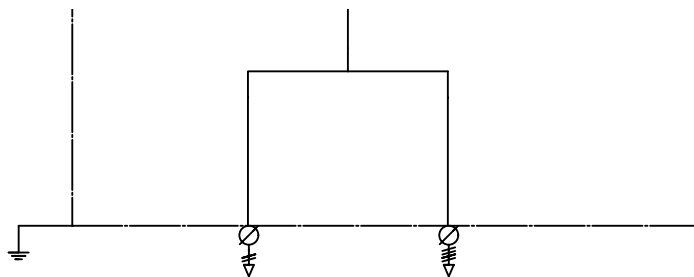
Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TÉCNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T.
PARA NAVE Y OFICINAS DESTINADA AL MONTAJE

REALIZADO:
EDERRA VERANO, DAVID



| Nº CIRCUITO | 1 | 2 |
|----------------|----------------|-----------------|
| DENOMINACIÓN | B.T.C.T. | ARMARIO GENERAL |
| POT. CALC. (W) | 2130 | 325000 |
| SECCIÓN | 2 X 2.5 (Cu) | 4(3 X 240) (Al) |
| TIPO DE CABLE | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV |
| TUBO (mm) Ø | 20 | 200 |
| LONGITUD (m) | 0.7 | 35 |



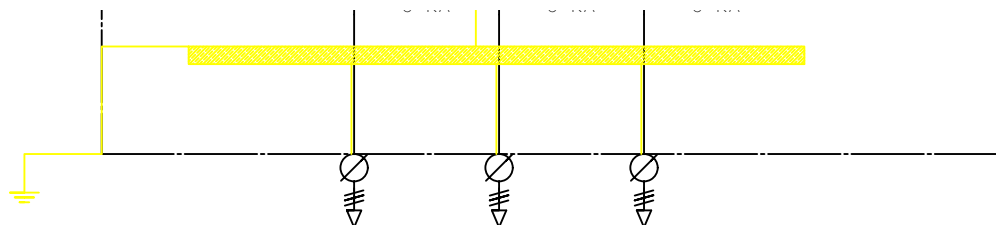
Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TÉCNICO INDUSTRIAL E.

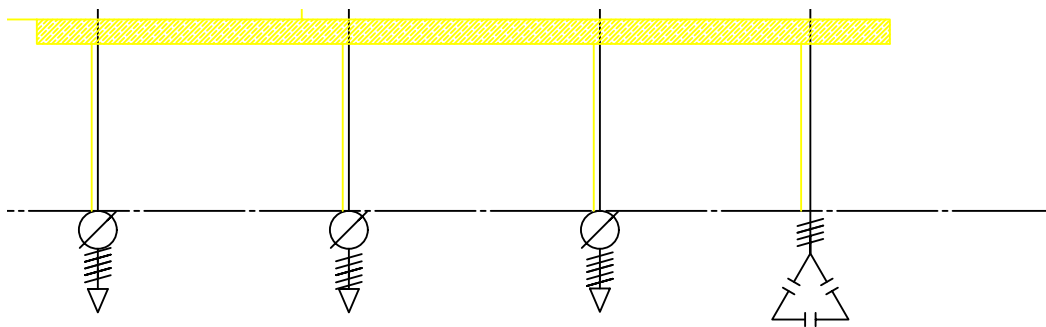
DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:












REALIZADO:



| Nº CIRCUITO | 1 | 2 | 3 |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| DENOMINACIÓN | ALUMBRADO | T.C. | EMERGENCIA |
| POT. CALC. (W) | 116 | 2000 | 16 |
| SECCIÓN | 3 X 1.5 | 3 X 2.5 | 3 X 1.5 |
| TIPO DE CABLE | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV |
| TUBO (mm) Ø | 20 | | |
| LONGITUD (m) | 2 | 4.5 | 4.2 |

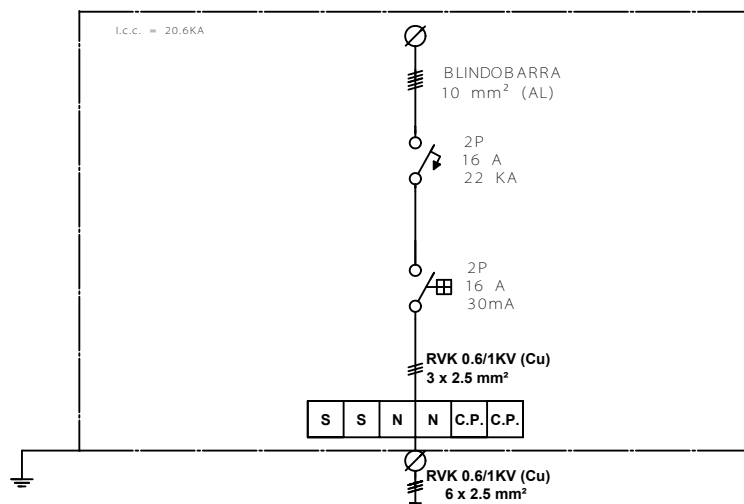


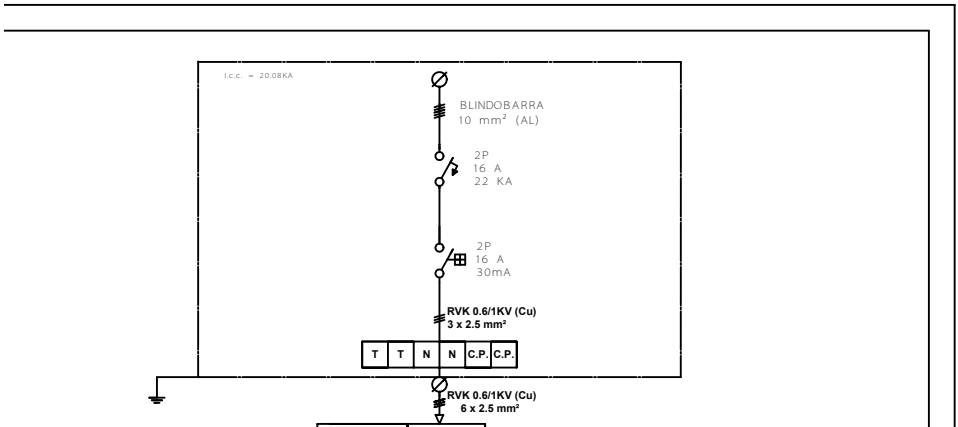
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| CUADRO OFICINAS Y VESTUARIOS | BLINDOBARRA ALUMBRADO(Z.P.) | BLINDOBARRA FUERZA (Z.P.) | BATERÍA DE CONDENSADORES |
| 10700 | 8750 | 305000 | 100 KVAr |
| 5 X 10 | 5 X 10 | 4 X 300 + 1 X 50 T.T. | 3 x 240 +1X50 T.T. |

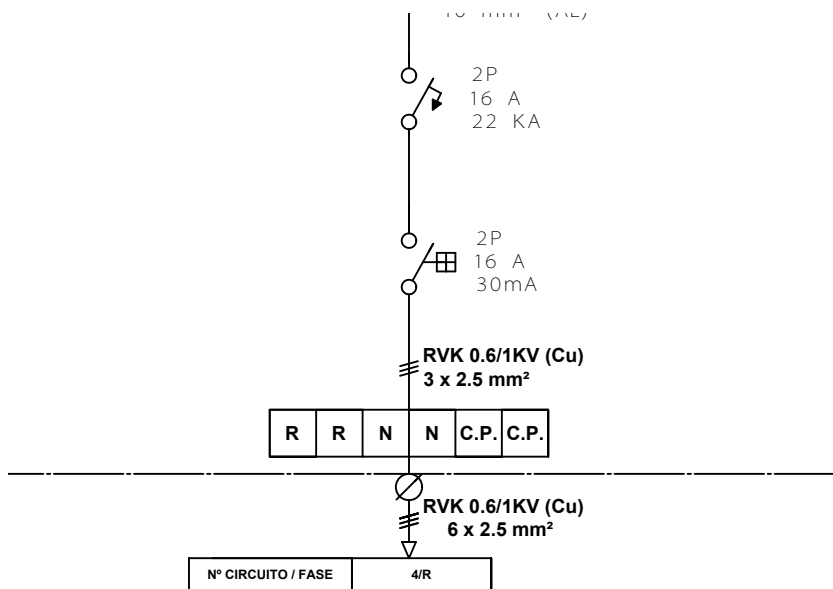
| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1/R | 2/S | 3/T | 4/R | 5/S | 6/T | 7/R | 8/S | 9/T | 10/R | 11/S |
| T.C. VESTUARIOS Y PASILLO | T.C. OFICINA RECEPCIÓN Y ASEO | T.C. SALA DE REUNIONES | T.C. OFICINA TÉCNICA | CENTRAL INCENDIOS | CENTRA ROBO | ALUM. VESTUARIOS, PASILLO Y ASEOS | ALUM. SALA DE RECEPCIÓN Y ASEO | ALUMBRADO OFICINA TÉCNICA | ALUMBRADO SALA DE REUNIONES | EMERGENCIAS |
| 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 200 | 200 | 1257 | 624 | 518 | 144 | 10 |
| 2 x 2.5 + 2.5 TT | 2 x 2.5 + 2.5 TT | 2 x 2.5 + 2.5 TT | 2 x 2.5 + 2.5 TT | 2 x 2.5 + 2.5 TT | 2 x 2.5 + 2.5 TT | 2 x 1.5 + 1.5 TT | 2 x 1.5 + 1.5 TT | 2 x 1.5 + 1.5 TT | 2 x 1.5 + 1.5 TT | 2 x 1.5 + 1.5 TT |
| RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV |
| 20 mm Ø | 20 mm Ø | 20 mm Ø | 20 mm Ø | 20 mm Ø | 20 mm Ø | 20 mm Ø | 20 mm Ø | 20 mm Ø | 20 mm Ø | 20 mm Ø |
| 30,6 | 17,6 | 28,6 | 7,8 | 12,1 | 12,1 | 29,4 | 28,6 | 13,8 | 29,7 | 10 |
| 5 | 7 | 6 | 6 | 1 | 1 | 10 | 3 | 5 | 2 | 1 |

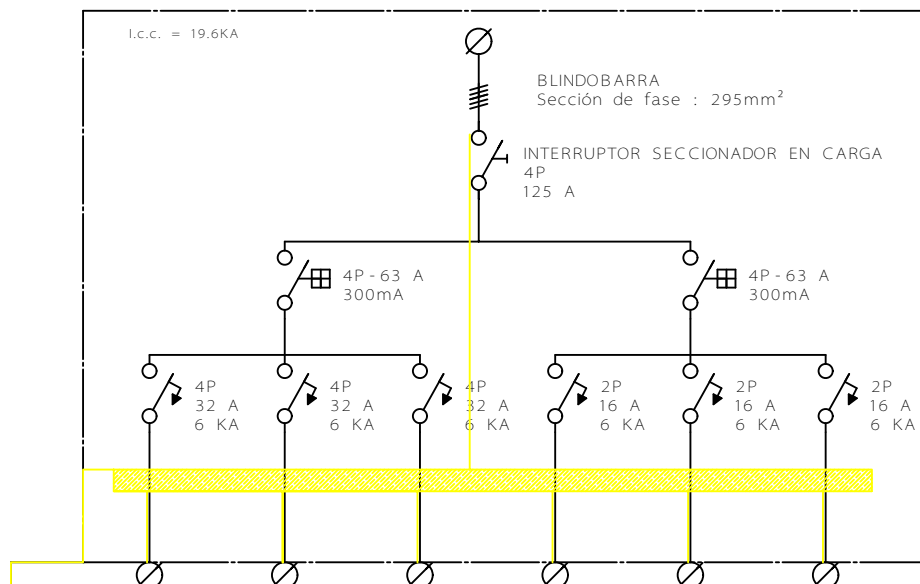
| | |
|-------|--------------------------|
| YENDA | |
| | BORNAS DE PUESTA ATIERRA |

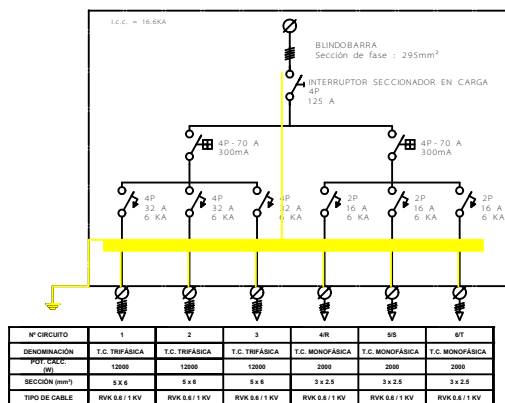
| | | |
|---|--|---|
|  Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa | E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E. | DEPARTAMENTO |
| | PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. PARA NAVE Y OFICINAS DESTINADA AL MONTAJE | DEPARTAMENTO PROYECTOS REALIZADO: EDERRA VEIGA |

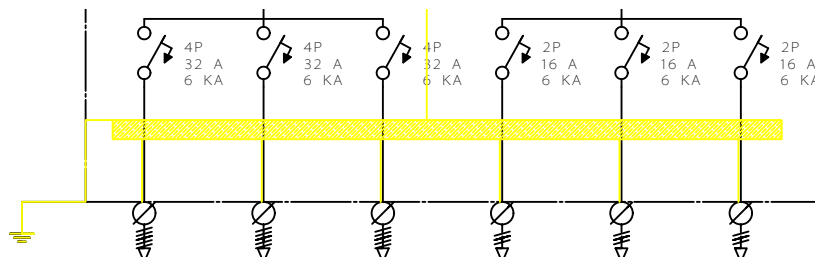




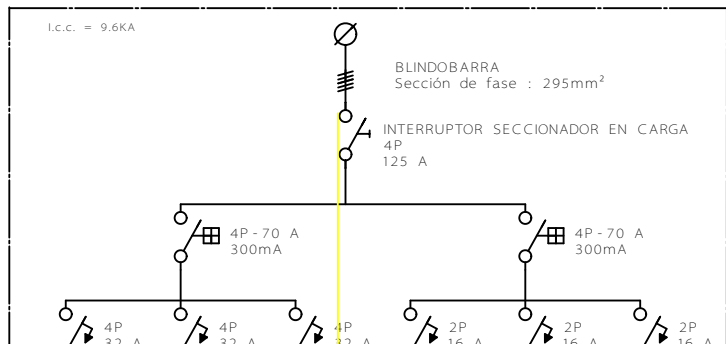
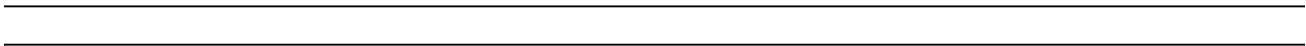


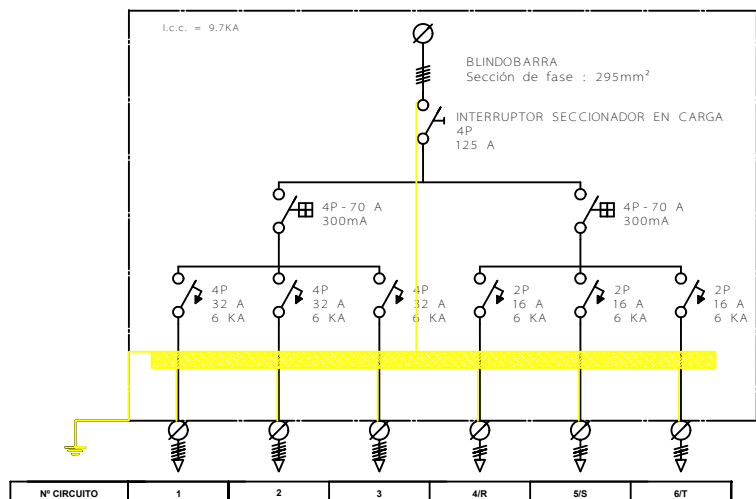


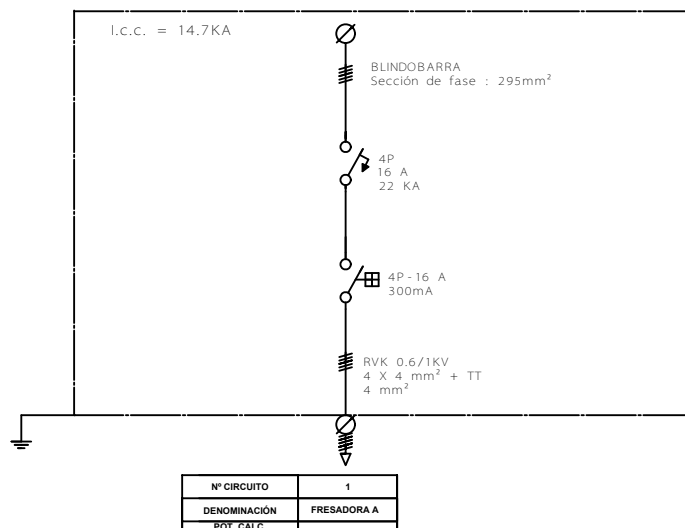


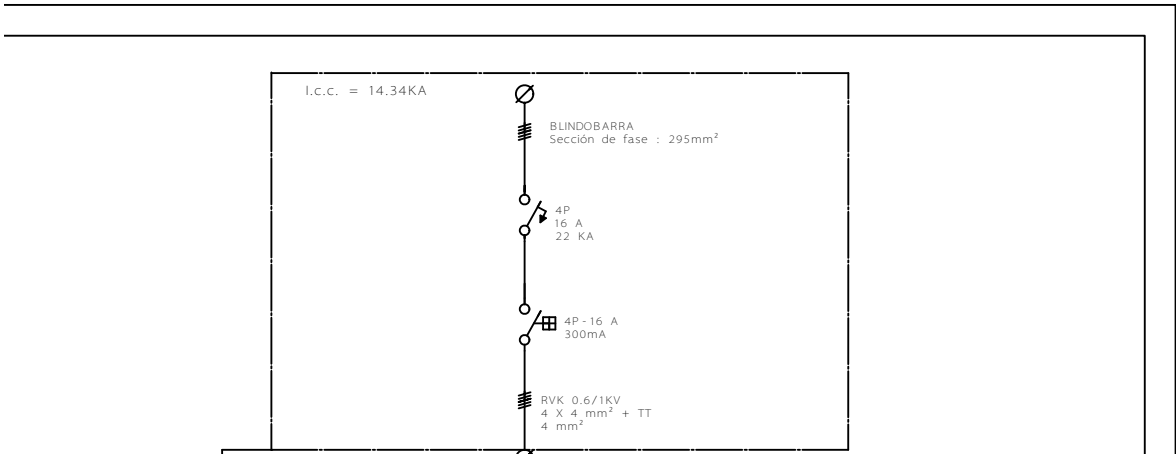


| Nº CIRCUITO | 1 | 2 | 3 | 4/R | 5/S | 6/T |
|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| DENOMINACIÓN | T.C. TRIFÁSICA | T.C. TRIFÁSICA | T.C. TRIFÁSICA | T.C. MONOFÁSICA | T.C. MONOFÁSICA | T.C. MONOFÁSICA |
| POT. CALC. (W) | 12000 | 12000 | 12000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| SECCIÓN (mm²) | 5 x 6 | 5 x 6 | 5 x 6 | 3 x 2.5 | 3 x 2.5 | 3 x 2.5 |
| TIPO DE CABLE | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV |









I.C.C. = 13.6KA



BLINDOBARRA
Sección de fase : 295mm²



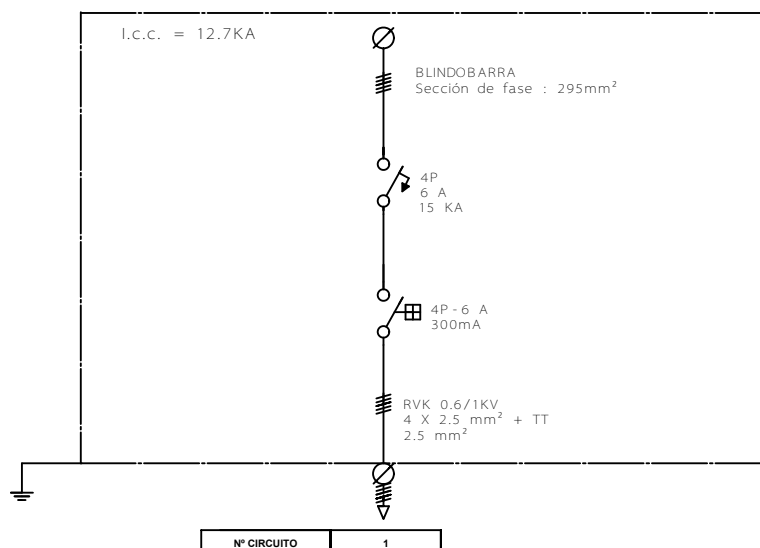
4P
16 A
22 KA

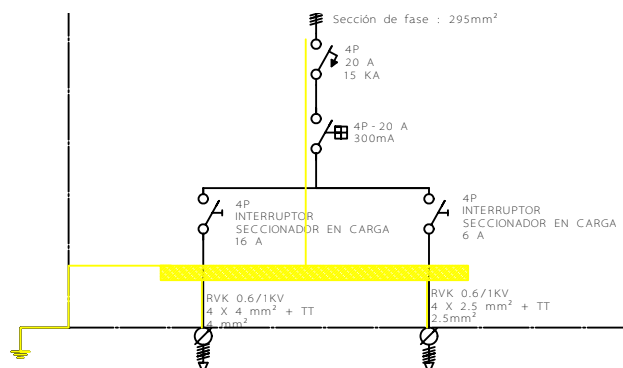


4P - 16 A
300mA

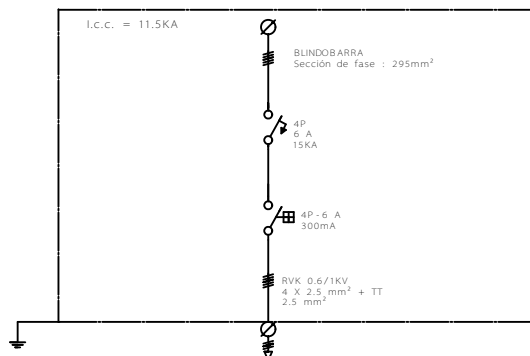


| | |
|-------------------|-------------|
| Nº CIRCUITO | 1 |
| DENOMINACIÓN | COMPRESOR |
| POT. CALC. (W) | 4000 |
| SECCIÓN (mm²) | 5 X 2.5 |
| TIPO DE CABLE | RVK 0.6/1KV |
| INALIZACIÓN (mmØ) | TUBO 20 mmØ |

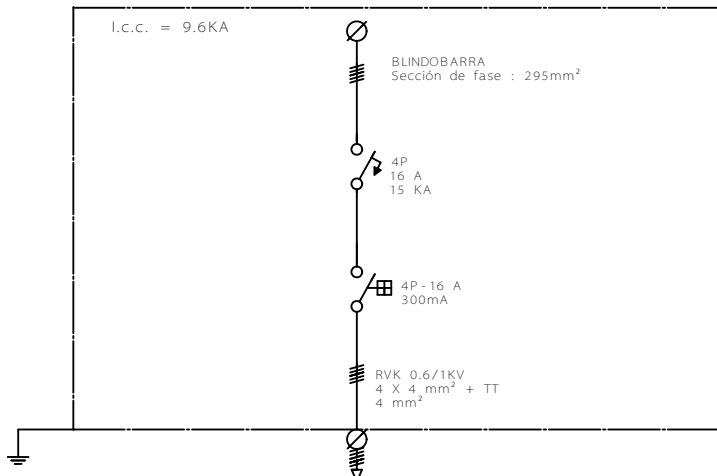
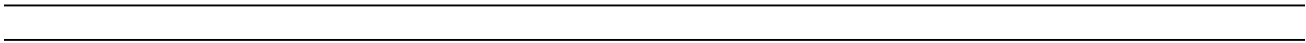




| Nº CIRCUITO | 1 | 2 |
|-------------------|----------------|----------------|
| DENOMINACIÓN | PUENTE GRUA | EXTRACTOR |
| POT. CALC. (W) | 8500 | 1500 |
| SECCIÓN (mm²) | 5 X 4 | 5 X 2.5 |
| TIPO DE CABLE | RVK 0.6 / 1 KV | RVK 0.6 / 1 KV |
| TUBO (mm) Ø | 20 | 20 |




| | |
|-------------------|---------|
| Nº CIRCUITO | 1 |
| DENOMINACIÓN | ESMERIL |
| POT. CALC. (W) | 1500 |
| SECCIÓN (mm²) | 5 X 2.5 |






| | |
|--------------------|-------------|
| ITIO | 1 |
| CIÓN | TORNO B |
| LC. | 6000 |
| (mm ²) | 5 X 4 |
| ABLE | RVK 0.6/1KV |
| N (mmØ) | TUBO 20 mmØ |

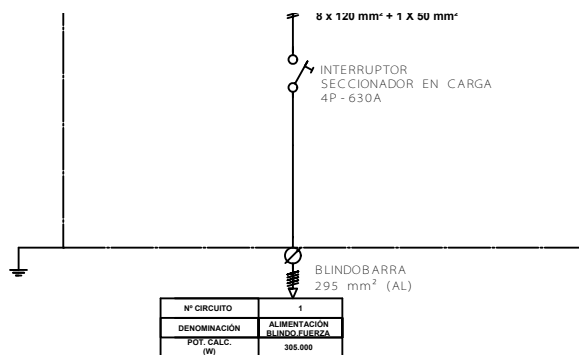
| | | | | | |
|---|---|------------------------------------|---|-----------|--|
|  | Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i> | E.T.S.I.I.T. | DEPARTAMENTO: | | |
| | | INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E. | DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL | | |
| PROYECTO: | | REALIZADO: | | | |
| PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. PARA NAVE Y OFICINAS DESTINADA AL MONTAJE DE MAQUINARIA INDUSTRIAL | | EDERRA VERANO, DAVID | | | |
| | | FIRMA: | | | |
| PLANO: | ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO DEL TORNO B | FECHA: | ESCALA: | Nº PLANO: | |
| | | | S/E | 31 | |

| | |
|------------------|-------------|
| ... (W) | 6000 |
| ...CIÓN (mm²) | 5 X 4 |
| ... DE CABLE | RVK 0.6/1KV |
| ...IZACIÓN (mmØ) | TUBO 20 mmØ |

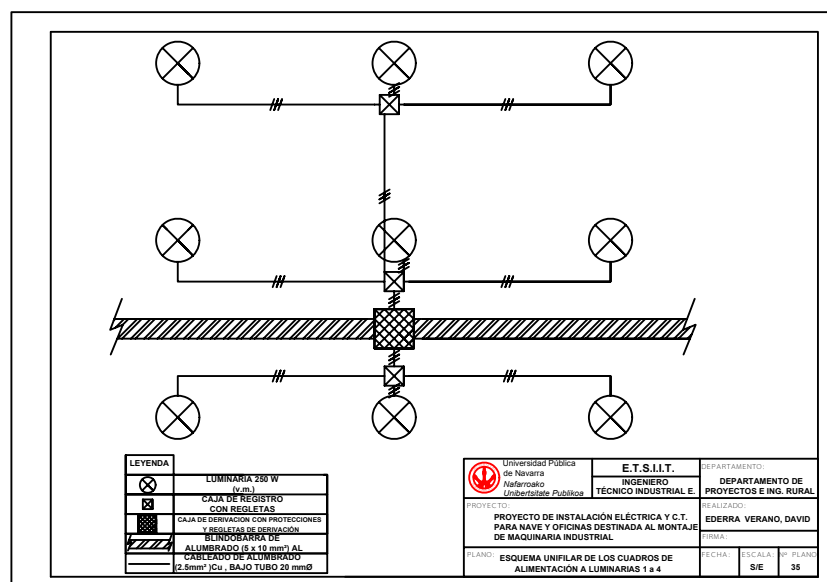
| | | | | |
|---|--|---|------------|-----------|
|  Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i> | E.T.S.I.I.T. | DEPARTAMENTO: | | |
| | INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E. | DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL | | |
| PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. PARA NAVE Y OFICINAS DESTINADA AL MONTAJE DE MAQUINARIA INDUSTRIAL | | REALIZADO: EDERRA VERANO, DAVID | | |
| PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO DEL TORNO C | | FIRMA: | | |
| | | FECHA: | ESCALA: | Nº PLANO: |
| | | | S/E | 32 |

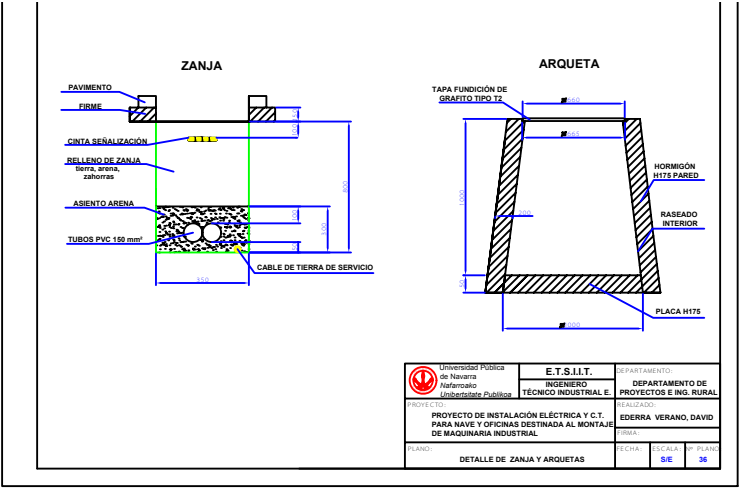
| | |
|-------------------|-----------------------------------|
| DENOMINACIÓN | ALIMENTACIÓN BLINDO. ALUMBRADO |
| POT. CALC. (W) | 8.750 |

| | | | | |
|---|--|---|------------|-----------|
|  Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i> | E.T.S.I.I.T. | DEPARTAMENTO: | | |
| | INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E. | DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL | | |
| PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. PARA NAVE Y OFICINAS DESTINADA AL MONTAJE DE MAQUINARIA INDUSTRIAL | | REALIZADO: EDERRA VERANO, DAVID | | |
| PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO DE ALIMENTACIÓN ABLINDOBARRA ALUMBRADO | | FIRMA: | | |
| | | FECHA: | ESCALA: | Nº PLANO: |
| | | | S/E | 33 |



| | | |
|---|---------------------------------|--|
|  Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa | E.T.S.I.I.T. | DEPARTAMENTO: |
| | INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E. | DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL |
| PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. PARA NAVE Y OFICINAS DESTINADA AL MONTAJE DE MAQUINARIA INDUSTRIAL | | REALIZADO: EDERRA VERANO, DAVID |
| | | FIRMA: |







ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: David Ederra Verano

Tutor: Félix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 25 de Junio de 2012



| | Página |
|--|---------------|
| <u>0.- ÍNDICE GENERAL DEL PLIEGO DE CONDICIONES</u> | 1 |
| <u>1.- INTRODUCCIÓN</u> | 3 |
| <u>2.- CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA</u> | 4 |
| 2.1.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA | 4 |
| 2.2.- MATERIALES ELÉCTRICOS | 4 |
| <u>3.- CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA</u> | 5 |
| 3.1.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS | 6 |
| 3.2.- RECEPCIÓN Y ENSAYOS | 6 |
| <u>4.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</u> | 6 |
| 4.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES | 6 |
| 4.1.1.- Obra Civil | 6 |
| 4.1.2.- Aparamenta de Alta Tensión | 7 |
| 4.1.3.- Transformadores | 10 |
| 4.1.4.- Equipos de Medida | 10 |
| 4.2.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES | 11 |
| 4.3.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS | 11 |
| 4.4.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD | 12 |
| 4.4.1.- Prevenciones generales | 12 |
| 4.4.2.- Puesta en servicio | 12 |
| 4.4.3.- Separación de servicio | 13 |
| 4.4.4.- Prevenciones especiales | 13 |
| 4.5.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN | 13 |
| 4.6.- LIBRO DE ÓRDENES | 14 |
| <u>5.- CUADROS DE DISTRIBUCIÓN</u> | 14 |
| 5.1.- PRESCRIPCIONES GENERALES | 14 |
| 5.2.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS | 15 |
| 5.3.- ENSAYOS | 15 |
| <u>6.- CABLES ELÉCTRICOS</u> | 16 |
| 6.1.- GENERALIDADES | 16 |
| 6.2.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS | 17 |
| 6.3.- ENSAYOS | 18 |
| <u>7.- TUBOS</u> | 18 |
| 7.1.- GENERALIDADES | 18 |
| 7.2.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS | 18 |
| 7.3.- RECEPCIÓN Y ENSAYOS | 19 |



| | |
|--|-----------|
| <u>8.- BANDEJAS</u> | 19 |
| 8.1.- METALNORMA | 19 |
| 8.2.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS | 20 |
| 8.3.- ENSAYOS | 20 |
| <u>9.- LUMINARIAS</u> | 20 |
| 9.1.- GENERALIDADES | 20 |
| 9.2.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS | 21 |
| 9.3.- ENSAYOS | 22 |
| <u>10.- INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS</u> | 22 |
| <u>11.- INTERRUPTORES DIFERENCIALES</u> | 23 |
| <u>12.- PUESTA A TIERRA</u> | 23 |
| 12.1.- GENERALIDADES | 23 |
| 12.2.- ENSAYOS | 24 |
| <u>13.- BATERÍA DE CONDENSADORES</u> | 25 |
| 13.1.- GENERALIDADES | 25 |
| 13.2.- EJECUCIÓN DE LA OBRA | 25 |
| 13.3.- ENSAYOS | 25 |
| <u>14.- CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE FACULTATIVA</u> | 26 |
| <u>15.- CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL</u> | |
| <u>RECEPCIÓN PROVISIONAL</u> | 27 |
| <u>16.- CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA</u> | 29 |
| <u>17.- CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE LEGAL</u> | 32 |
| <u>18.- LIBRO DE ÓRDENES</u> | 35 |



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento comprende las condiciones que la instalación eléctrica debe cumplir además de las especificadas en las Instrucciones del Ministerio de Industria y Energía señaladas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real decreto 842/2002 del 2 de agosto de 2002), las normas UNE y las recogidas por la NTE-BT.

Se detallan las condiciones técnicas generales de la instalación, así como las condiciones particulares de los elementos y materiales de que consta dicha instalación incluyendo desde los ensayos en la recepción de dicho material, las condiciones de la ejecución de la obra así como la inspección final.

También se relacionan las condiciones de seguridad obligatorias impuestas por los organismos competentes y las pruebas a realizar para su comprobación.

Por último se especifican las condiciones administrativas, económicas y legales que contraen el instalador, la dirección técnica y la propiedad.



2. CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Las características técnicas generales a las que ha de ajustarse la instalación objeto del presente proyecto son las siguientes:

La instalación eléctrica se realiza de acuerdo con la siguiente normativa:

- Pliego de condiciones técnicas de la Dirección general de Arquitectura 1960-Cap. V.
- Normas Tecnológicas del Ministerio de la Vivienda.
- Normas de la Delegación de Industria.
- Normas de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Normas particulares de la empresa distribuidora IBERDROLA.
- Ordenanzas municipales.
- Reglamento Electrotécnico para centros de Transformación de IBERDROLA.

2.2. MATERIALES ELÉCTRICOS

Los materiales eléctricos utilizados se presentarán a la Dirección Técnica acompañados de sus correspondientes hojas de características técnicas extendidas por sus fabricantes y organismos competentes que los hayan homologado y responderán las exigencias definidas en el Cuadro de Precios y Pliego de condiciones particulares.

El instalador podrá proponer otras marcas o tipos diferentes a las del proyecto. En esta situación, la Dirección Técnica deberá tomar la decisión sobre si los acepta o los deniega. En caso de aceptarlos, en ningún caso deberá suponer incremento de precio o detrimento de calidad. En caso de denegarlos, el instalador deberá montar los materiales proyectados.

La Dirección Técnica se reserva el derecho de realizar inspecciones o pruebas a la recepción de los materiales o durante el montaje, para comprobar que las características de los materiales responden a lo solicitado. Lo mismo ocurrirá con la instalación una vez finalizada.

En cualquier caso, el instalador estará obligado a facilitar a la Dirección Técnica los medios, instrumentación y personal necesario para cuantas pruebas se precisen.

En el caso en que las pruebas no fueran positivas, se realizarán las modificaciones o sustituciones que procedan por parte del instalador, de acuerdo con las indicaciones de la Dirección Técnica.

Las comprobaciones y posibles rectificaciones que se realicen con posterioridad serán por cuenta del instalador hasta conseguir la conformidad de la Dirección Técnica.

A la finalización de la obra el instalador entregará:

Pliego de Condiciones



- Un juego de planos en papel vegetal con la representación total y actualizada de la instalación, siempre que sea posible entregará dichos planos también en el soporte informático adecuado.
- Un manual de instrucciones.
- Una lista de recambios recomendados.
- Un certificado en el que garantice la calidad de los materiales empleados y la ejecución de la obra y que responde a lo solicitado por la propiedad.

3. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

La línea que alimenta el C.T. que nos ocupa se alimenta del apoyo 48-01 de la línea eléctrica denominada "IRURZUN" propiedad de IBERDROLA. En este apoyo metálico se colocará un juego de cortocircuitos XS, así como un juego de autoválvulas de 15 KV/10 KV, de donde partirá de forma subterránea con cable de aluminio HEPR-Z1 de 12/20 KV de 3(1x150) mm² hasta dicho C.T. las características principales son:

- clase de corriente.....alterna trifásica.
- tensión nominal de servicio inicial.....13.2 KV
- tensión de servicio futura.....20 KV
- frecuencia.....50 Hz

LÍNEA DE ACOMETIDA:

Naturaleza del conductor: Aluminio

Designación UNE: DHZ1-12/20 KV

Sección: 150 mm²

Tensión nominal: 12/20 KV

Tensión prueba-5 min: 30 KV

Nivel de aislamiento a impulsos: 125 KV

Aislamiento: EPR

Diámetro exterior: 60 mm

Resistencia a 90°C: 0,403 Ω/km

Reactancia a 50 Hz: 0,102 Ω/km

Intensidad admisible en régimen permanente, 1 terno a 1 m de profundidad a 25°C: 264 A.

Longitud del conductor: 130 m



3.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Para el tendido de los conductores se realizará una zanja de 0.8 m de anchura y 1.20 m de profundidad. En el fondo de la cuál se colocarán dos tubos de PVC rígido de $\phi=160$ mm. En el interior de uno de ellos se alojarán los conductores, quedando el otro de reserva.

La zanja discurrirá por una finca paralela a la que se encuentra ubicado el C.T., por el lindero de las dos parcelas y todo el recorrido es por tierra, salvo un cruce de 4 mts. De longitud que es por hormigón.

En el tramo que discurre por tierra, los tubos se cubrirán de hormigón H-125 y se cerrará la zanja con tierra compacta.

En el caso de cruce de calzada o lugar por el que circule tráfico rodado, la canalización se cerrará con hormigón.

Así mismo y en los puntos que se crea necesario se colocarán arquetas. Las medidas de estas serán: 1.10 m de ancho por 1.10 m de largo por 1m de profundidad, de forma piramidal provistas en su parte superior de una tapa metálica de 0.60 x 0.60 mts.

3.2. RECEPCIÓN Y ENSAYOS

En la recepción de los materiales, se comprobará que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la reglamentación vigente.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática, serán los fijados en la NTE-IER/1984: Instalaciones de electricidad: red exterior.

4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

4.1.1. Obra Civil

El edificio, local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica descrita en el presente proyecto, cumplirá las Condiciones Generales prescritas en las Instrucciones del MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El Centro será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del Centro (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas, etc.),

Pliego de Condiciones



así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc.) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con la norma NBE CPI-91 y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de clase MO de acuerdo con la Norma UNE 23727.

Tal como se indica en el capítulo de Cálculos, los muros del Centro deberán tener entre sus paramentos una resistencia mínima de 100.000 Ω al mes de su realización. La medición de esta resistencia se realizará aplicando una tensión de 500 V entre dos placas de 100 cm² cada una.

El Centro tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales. Concretamente, no se superarán los 30 dBA durante el periodo nocturno (y los 55 dBA durante el periodo diurno).

Ninguna de las aperturas del Centro será tal que permita el paso de cuerpos sólidos de más de 12 mm. de diámetro. Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de 2,5 mm de diámetro, y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión.

4.1.2. Aparamenta de Alta Tensión

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Ormazabal, compuesta por celdas modulares equipadas de aparallaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conectarán desde la parte inferior de las cabinas. Los accionamientos manuales irán agrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la manipulación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

• Características constructivas

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099.



Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mandos.
- e) Compartimento de control.

que se describen a continuación.

- a) Compartimento de aparellaje.

Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años).

La presión relativa de llenado será de 0,4 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF₆, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

- b) Compartimento del juego de barras.

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.

- c) Compartimento de conexión de cables.

Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.

Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.



- Termorretráctiles para cables de papel impregnado.

d) Compartimento de mando.

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

e) Compartimento de control.

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

• Características eléctricas

- | | |
|--|----------------|
| - Tensión nominal | 24 kV. |
| - Nivel de aislamiento: | |
| a) a la frecuencia industrial de 50 Hz | 50 kV ef. 1mn. |
| b) a impulsos tipo rayo | 125 kV cresta. |
| - Intensidad nominal funciones línea | 630 A. |
| - Intensidad nominal otras funciones | 400 A. |
| - Intensidad de corta duración admisible | 16 kA ef. 1s. |

• Interruptores-Seccionadores

En condiciones de servicio, además de las características eléctricas expuestas anteriormente, responderán a las exigencias siguientes:

- | | |
|---|---------------|
| - Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: | 40 kA cresta. |
| - Poder de corte nominal de transformador en vacío: | 16 A. |
| - Poder de corte nominal de cables en vacío: | 25 A. |
| - Poder de corte (sea por interruptor-fusibles o por interruptor automático): | 16 kA ef. |



• Cortacircuitos-Fusibles

En el caso de utilizar protección ruptorfusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

• Puesta a tierra

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25 x 5 mm. conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

4.1.3. Transformadores

Los transformadores a instalar serán trifásicos, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria.

4.1.4. Equipos de Medida

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la celda de medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Las características eléctricas de los diferentes elementos están especificadas en la memoria.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardado las distancias correspondientes a un aislamiento de 24 kV. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en la celda. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

• Contadores

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas están especificadas en la memoria.



• Cableado

La interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el equipo o módulo de contadores se realizará con cables de cobre de tipo termoplástico (tipo EVV-0.6/1kV) sin solución de continuidad entre los transformadores y bloques de pruebas.

El bloque de pruebas a instalar en los equipos de medida de 3 hilos será de 7 polos, 4 polos para el circuito de intensidades y 3 polos para el circuito de tensión, mientras que en el equipo de medida de 4 hilos se instalará un bloque de pruebas de 6 polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de 4 polos para el de tensiones, según norma de la compañía NI 76.84.01.

Para cada transformador se instalará un cable bipolar que para los circuitos de tensión tendrá una sección mínima de 4 mm², y 6 mm² para los circuitos de intensidad.

La instalación se realizará bajo un tubo flexo con envolvente metálica.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrá en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la Compañía Suministradora IBERDROLA.

IBERDROLA tendrá derecho en cualquier momento de la ejecución o mas adelante ante cualquier tipo de manipulación a revisar a la instalación mediante sus técnicos cualificados.

4.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales.

4.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada además de cumplir las normas obligatorias de la unión europea.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:



- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

4.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

4.4.1. Prevenciones generales

1)- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

2)- Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

3)- En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

4)- No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

5)- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

6)- Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

7)- En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

4.4.2. Puesta en servicio

8)- Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

9)- Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.



4.4.3. Separación de servicio

10)- Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

11)- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

12)- A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda de entrada y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.

13)- La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

4.4.4. Prevenciones especiales

14)- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

15)- No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.

16)- Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

4.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.



- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

4.6. LIBRO DE ÓRDENES

Se dispondrá en este centro del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

5. CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

5.1. PRESCRIPCIONES GENERALES

En este capítulo quedan incluidos tanto los dos cuadros generales de baja tensión como los cuadros de distribución del taller y así como los cuadros de distribución de oficinas.

• Características de los cuadros

El cuadro general de baja tensión se ajustará a las normas UNEEN 60439.1 y CEI 439.1

El acabado será de pintura termoendurecida a base de resinas que asegurará estabilidad del color, buena resistencia a temperatura y gran resistencia a los agentes atmosféricos. Estarán dotados de puerta, en la cual se situarán los elementos de mando. Siempre que sea posible y no se indique lo contrario, serán accesibles por la parte delantera y dispondrán de llave y cerradura.

La protección mínima será IP-30 IK 07 (según UNE EN 50 102/96). Los aparatos alojados en su interior irán alojados sobre bastidores metálicos.

• Disposición en el interior de los cuadros

El cableado se realizará ordenadamente con recorridos claros, de tal forma que los circuitos sean fácilmente identificables. Los cables se señalarán en su origen y en su final. El cableado de unión entre los aparatos de puertas y los situados en bastidor, se realizarán de tal forma que pueda abrirse el cuadro fácilmente y sin deterioro de los conductores de unión.

La armadura y carcasa del cuadro irá conectada a tierra.

Las conexiones se realizarán mediante bloques de bornes. Las piezas bajo tensión desnudas estarán separadas entre sí y con respecto a las paredes una distancia no inferior a 1.5 cm. Las entradas de canalizaciones al cuadro estarán perfectamente selladas y de ser metálicas, tendrán las aristas matadas y aisladas, para evitar dañar el aislamiento de los conductores.



• Señalización de los materiales

Todos los interruptores estarán etiquetados indicando la función de cada uno de ellos, así como todos los aparatos de señalización y medida, de manera que se tenga una indicación clara de sus funciones.

Los conductores que entran o salen del cuadro estarán señalizados con la misma indicación del borne a la que están conectados y formarán en su unión a ésta un bloque que facilitará la medida de consumo.

5.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los cuadros se colocarán en el lugar indicado en los planos.

La colocación en lugar distinto al indicado deberá ser aprobada por la Dirección Técnica. En este caso, el instalador deberá realizar los planos de montaje necesarios donde se indiquen los nuevos canales para paso de conductores y cualquier otra instalación que como consecuencia del cambio se vea afectada. Dichos cambios deberán ser aprobados por la Dirección Técnica.

Los cuadros vendrán equipados con su aparillaje, de fábrica o taller de instalador. Tanto los materiales como su montaje e instalación cumplirán con la normativa vigente.

El transporte y colocación de los cuadros se hará con elementos de transporte y útiles adecuados como carretilla de horquillas o dispositivos de elevación y se seguirán las recomendaciones del fabricante.

El nivelado de los cuadros será total a fin de que los interruptores automáticos puedan insertarse sin dificultad.

Cuando los cuadros sean enviados a la obra en más de un conjunto, éstos se ensamblarán teniendo en cuenta la alineación y nivelación. Así mismo, se ensamblarán los conjuntos siguiendo las instrucciones del fabricante, sobre todo en la unión de los embarrados y en el cableado entre conjuntos.

Especial precaución deberá tenerse en la secuencia de fases y en el marcado de los cables.

Todas las armaduras de los cables deberán ponerse a tierra.

5.3. ENSAYOS

A) Inspección del cableado y de funcionamiento eléctrico, así como comprobación de las marcas y etiquetas.

B) Ensayos dieléctricos de los circuitos principales y auxiliares, salvo elementos que por sus características no puedan someterse a la tensión de ensayo, tales como circuitos electrónicos.



- C) Verificación de las medidas de protección y de la continuidad eléctrica de los circuitos de protección.
- D) Medida de aislamiento y timbrado tanto del circuito principal como de los circuitos auxiliares y de control.
- E) Operación normal de todos los elementos de corte.
- F) Introducción de tensión de control y operación de los elementos de mando.

6. CABLES ELÉCTRICOS

6.1. GENERALIDADES

Los conductores aislados serán de tipo y denominación que se fijan en el proyecto para cada caso particular, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido. Las normas que deberán cumplir los cables serán UNE 21031, 21022, 21023 y 21123.

Los cables de conexión entre todos los cuadros de distribución son del tipo RV 0.6/1 KV.
Los cables correspondientes a las líneas de distribución de las máquinas y las derivaciones de ésta a cada una de las máquinas son del tipo RV 0.6/1 KV.
Los cables correspondientes a las líneas para luminarias y tomas de corriente son del tipo RV 0.6/1 KV.

CARACTERÍSTICAS CABLE RVK 0.6/1 KV

Conductor: Flexible formación clase 5 norma UNE 21022/IEC 60228

Aislamiento: polietileno reticulado XLPE, norma UNE 21123/IEC 60502

Cubierta: PVC

Formación del cable: unipolar o multipolar

Sección del conductor: ver planos

Tensión de aislamiento: 1000 V

Temperatura de servicio: 90° en servicio permanente
250° en cortocircuito

Características contra incendios: no propagador de la llama (norma UNE-20432-1), no propagador de incendio (IEEE-383-74)

Las secciones de los mismos se tomarán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, de tal manera que se obtendrán en base a:

- Intensidad máxima previsible en la línea
- Caída de tensión máxima permitida
- Características de los dispositivos de protección que las protegen

La sección del conductor neutro será igual a la del conductor de fase para distribuciones monofásicas. En las trifásicas, para secciones de los conductores de fase inferiores a 10 mm² el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Para secciones



superiores de los conductores de fase, la sección del neutro será mitad de los de fase, con un mínimo de 10 mm^2 .

Para el conductor de protección, si los conductores de fase o polares de la instalación son de una sección igual o menor a 16 mm^2 , la del conductor de protección será igual. Si está comprendida entre 16 y 35 mm^2 , será de 16 mm^2 . Si la sección de los conductores de fase es mayor que 35 mm^2 , la del conductor de protección será la mitad.

6.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los cables se enviarán a obra en bobinas normalizadas y debidamente protegidas con duelas.

El tendido de los cables se realizará con sumo cuidado, con medios adecuados al tipo de cable, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces y tracciones perjudiciales.

No se curvarán los cables con radios inferiores a los recomendados por el fabricante y que, en ningún caso, serán inferiores a 10 veces su diámetro, ni se enrollarán con diámetros más pequeños que el de la capa inferior asentada sobre bobina de fábrica.

No se colocarán cables durante una helada ni estando éstos demasiado fríos, debiendo al menos permanecer doce horas en almacén a 20°C antes de su colocación, sin dejarlos a la intemperie más que el tiempo preciso para su instalación.

Los cables estarán convenientemente identificados en función de los distintos sistemas de alimentación, de manera que sean fácilmente localizables.

Los cables estarán canalizados en bandejas o en tubos, según los sistemas previstos en la instalación, y de acuerdo a lo indicado en los planos de planta y esquemas unifilares.

No se admitirán empalmes de hilo en el interior de tubos, debiéndose realizar en las cajas de derivación mediante el empleo de bornes o tornillos.

Los cables se instalarán en los conductos utilizando guías adecuadas y no sometiendo los cables a rozaduras que puedan perjudicar el aislamiento y cubierta de los mismos.

Las secciones serán las indicadas en los planos. Cualquier cambio de sección de conductores deberá ser aprobado por la Dirección Técnica.

En general, para la instalación de conductores, se seguirán las normas indicadas en la ITC BT 20.



• Señalización de los cables

Se utilizarán los colores de cubiertas normalizados. Los cables correspondientes a cada circuito se identificarán convenientemente en el inicio del circuito al que corresponde y durante su recorrido, cuando las longitudes sean largas o cuando por los cambios de trazado, sea difícil su identificación. Para ello se utilizarán cinta aislante, etiquetas y otros elementos de identificación adecuados.

6.3. ENSAYOS

En la recepción de los materiales, se comprobará que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la reglamentación vigente.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática, serán los fijados en la NTE-IEB/1974, Instalaciones de electricidad: baja tensión y en la NTE-IER/1984: Instalaciones de electricidad: red exterior.

7. TUBOS

7.1. GENERALIDADES

Los diferentes tipos de tubos a colocar y las diferentes situaciones de los mismos serán las siguientes:

- A) Tubo aislante flexible plástico: Se colocará en los casos en que el tubo vaya empotrado o en el cableado destinado a iluminación.
- B) Tubo metálico flexible: En las líneas del taller destinadas a enchufes.

7.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

En la zona de oficinas, vestuarios, lavabos o almacén los tubos irán empotrados en las paredes del edificio. En el taller circularán directamente grapeados sobre la pared.

El trazado de los recorridos se realizará siempre que sea posible siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.



Las curvas practicadas en los tubos, serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura estará de acuerdo con la reglamentación.

Los tubos empotrados se instalarán después de terminados los trabajos de construcción y enfoscado de paredes y techos. En cualquier caso, las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos.

No se taparán los tubos hasta que no sean inspeccionados por la Dirección Técnica.

Las tolerancias admitidas en el diámetro interior de los tubos será de -1.5% y 3%.

Para el espesor de las paredes será del 10%.

En general, las dimensiones, instalación y montaje de los tubos, seguirán todas las recomendaciones indicadas en la instrucción ITC BT 21.

7.3. RECEPCIÓN Y ENSAYOS

A la recepción de los materiales, se comprobará que cumplan las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las normas correspondientes.

Cuando el material o equipo llegue a la obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de aceptación automática serán los fijados en la NTE-IEB/1974: Instalaciones de electricidad: baja tensión.

8. BANDEJAS

8.1. METALNORMA

El cableado de los circuitos principales y de los circuitos de distribución a las máquinas del taller van montados sobre bandeja perforada, siendo las bajantes a las máquinas articuladas y de bandeja perforada.

Las bandejas serán del tipo rejiband, bandeja perforada galvanizada SZ sobre las que se apoyan los cables que van sujetos mediante pequeñas abrazaderas plásticas aislantes. En todas aquellas que sea posible serán montadas sujetándose en la pared a las alturas determinadas en el documento memoria, para realizar una conducción correcta se utilizarán los accesorios de distribución y de sujeción necesarios.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS METALNORMA

Carga admisible: según norma europea IEC 1537.

Protección superficial contra la corrosión: galvanizado en caliente, según norma UNE 37-501-88, UNE 37-508-88.

8.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las bandejas se suministrarán a obra de forma modular, con todos los accesorios necesarios para su instalación, así como con información específica para proceder a su montaje.

Las bandejas se situarán a una altura de 5 m del suelo, fijadas mediante los soportes adecuados, perfectamente paralelas al suelo.

En general, para el montaje de las bandejas, se seguirán las instrucciones del fabricante.

8.3. ENSAYOS

A la recepción de los materiales se comprobará que cumplan las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las normas correspondientes. Así mismo se comprobará que junto con las bandejas Cablofil se incluyan todos los complementos necesarios para el montaje así como información necesaria para proceder a su montaje.

Cuando el material o equipo llegue a la obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando sus características aparentes.

9. LUMINARIAS

9.1. GENERALIDADES

Se citan a continuación algunas de las luminarias que se van a utilizar en el presente proyecto, así como las características técnicas de ellas, todas de la marca Philips, salvo los equipos de emergencia y señalización que son de las marcas Legrand e Uriarte.

-Lámpara fluorescente: MASTER TL-D XTRA 58W/840 (PHILIPS)

Casquillo: G13

Flujo luminoso: 5200 lm

Eficacia: 90 lm/w

T de color: 4000 K

I.R.C: >80

Clase energ.: A

Vida media: 28000 h

Vida útil: 24000 h



-Lámpara de halogenuros metálicos: MASTER HPI-T PLUS 400/643 E40 (PHILIPS)
Casquillo: E40
Flujo luminoso: 42500 lm
Eficacia: 106 lm/w
T de color: 4000 K
Vida media: 20000 h
I.R.C.:65

EQUIPO AUTÓNOMO AUTOMÁTICO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN

LUMINARIAS DE EMERGENCIA URIARTE

Serie Elite
Cumplen EN 60598-2-22
Fluorescente 8W
3h autonomia
170 lumenes
Tiempo de carga 24h
Limitador de descarga

LUMINARIA DE EMERGENCIA LEGRAND

Cumplen EN 60598-2-22
Fluorescente tubo compacto 11W
1h autonomia
500 lumenes
Tiempo de carga 24h

9.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las luminarias serán suministradas con todos sus elementos conexicionados y montados.

Las luminarias irán colocadas donde se indique en los planos, ajustándose la posición exacta de acuerdo con los cálculos luminotécnicos definitivos realizados con las luminarias seleccionadas, que deberán haber sido aprobadas con anterioridad por la Dirección Técnica.

Las luminarias irán sustentadas sobre el tipo de apoyo o anclaje que se indique en el proyecto o el que aconseje el fabricante. La fijación a los apoyos se realizará con los materiales auxiliares adecuados, de manera que queden instaladas con la inclinación prevista. Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado, la luminaria quedará rígidamente sujeta de modo que no pueda girar u oscilar.

Cuando las luminarias tengan que ser mecanizadas para su montaje, se realizarán las operaciones y se utilizarán los elementos auxiliares necesarios de forma que se mantenga el grado de protección original del diseño.



Todos los receptores de alumbrado deberán cumplir las normas indicadas en la instrucción ITC BT 44. Para su instalación se seguirá en general las indicaciones de la misma instrucción.

9.3. ENSAYOS

La recepción de las luminarias, se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las NTE, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática, serán los fijados en la norma tecnológica citada anteriormente.

Además la Dirección Técnica podrá someter a las pruebas que considere oportunas a cualquier elemento o parte de la luminaria, para lo que el contratista deberá poner a su disposición el personal que sea necesario. Igualmente, podrá exigir pruebas emitidas por Laboratorios competentes donde se indiquen las características de los ensayos.

Las lámparas se someterán a los siguientes ensayos y medidas:

- Medida del consumo de la lámpara
- Medida del flujo luminoso inicial
- Ensayo de duración para determinar la vida de la lámpara
- Ensayo de depreciación.

Para realizar los ensayos y medidas se tomarán como mínimo 10 lámparas, considerando como resultado de los mismos el promedio de los distintos valores obtenidos.

Se procederá a realizar las medidas de iluminación media y del factor de uniformidad, los cuales estarán de acuerdo con los valores de diseño del proyecto.

10. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Los interruptores automáticos serán del tipo y denominación que se fijan en el proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, lleven impresa la marca de conformidad a normas UNE y haya sido dada la conformidad por la Dirección Facultativa.



Estos interruptores automáticos podrán utilizarse para la protección de líneas y cortocircuitos. Deberán estar provistos de un dispositivo de sujeción a presión, para que puedan fijarse rápidamente y de manera segura a un carril normalizado.

Los contactos de los automáticos deberán estar fabricados con material aislante a la fusión.

Todos los interruptores deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos exigidos a esta clase de material en la norma UNE 20347.

11. INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Los interruptores diferenciales serán del tipo y denominación que se fijen en el proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, cumplan la norma UNE 20383 (CEE 27), lleven impresa la marca de conformidad con las normas y haya sido dada la conformidad por la Dirección Facultativa.

Estos interruptores de protección tienen como misión evitar las corrientes de derivación a tierra que puedan ser peligrosas y que deben ser independientes de la protección magnetotérmica de circuitos y aparatos.

Reaccionarán con cualquier intensidad de derivación a tierra que alcance o supere el valor de la sensibilidad de interruptor.

La capacidad de maniobra debe garantizar que se produzca una desconexión perfecta en caso de cortocircuito y simultánea derivación a tierra.

Por él deberán pasar todos los conductores que sirvan de alimentación a los aparatos receptores, incluso el neutro.

12. PUESTA A TIERRA

12.1. GENERALIDADES

La puesta a tierra se realizará en la forma indicada en el proyecto y cumplirá con lo estipulado en la instrucción ITC BT 18 del R.E.B.T.

Para conseguir una adecuada puesta a tierra y asegurar con ello unas condiciones mínimas de seguridad, deberá realizarse la instalación de acuerdo con las instrucciones siguientes:

- El electrodo de puesta a tierra consiste en un cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección enterrado a una profundidad de 0,8 metros.



- Para la conexión de las partes del circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornes o elementos de conexión que garanticen una perfecta unión, teniendo en cuenta que los esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de cortocircuito son muy elevados.
- Los conductores desnudos enterrados en el suelo se considerarán que forman parte del electrodo de puesta a tierra.
- El recorrido de los conductores será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.
- Se situará una arqueta en el punto de puesta a tierra, donde se encontrará un borne de conexión por apriete, que permita separar la toma de tierra del circuito de puesta a tierra del edificio, con el fin de medir la resistencia a tierra y verificar si está de acuerdo con lo dispuesto en el proyecto.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualquiera que sean éstos. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra, se efectuará por derivaciones de éste.
- Se prohíbe el uso de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

12.2. ENSAYOS

La recepción de los materiales se hará comprobando que cumplan las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y en el resto de normativa vigente.

Cuando el material llegue a la obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normativas, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como su número y las condiciones de no aceptación automática serán los fijados por la NTE-IEP/1973: “Instalaciones de electricidad: Puesta a Tierra”.



13. BATERÍA DE CONDENSADORES

13.1. GENERALIDADES

Se ha escogido una batería de condensadores automática que permite adaptarse a las variaciones de la demanda de potencia reactiva, con las siguientes características técnicas:

BATERÍA DE CONDENSADORES

Modelo 1: Minicap de Merlin Gerin
Tensión de servicio: 400 V, 50 Hz
Potencia: 90 KVAR

Modelo 2: Minicap de Merlin Gerin
Tensión de servicio: 400 V, 50 Hz
Potencia: 70 KVAR

13.2. EJECUCIÓN DE LA OBRA

El equipo de corrección del factor de potencia se suministrará con elementos de conexión que aseguren la misma de manera eficaz.

El equipo se unirá mediante una línea de uso exclusivo desde el cuadro general de baja tensión, protegida por interruptores automáticos de características acordes al equipo.

Se instalará en zona próxima al cuadro general, pudiendo formar parte de un módulo anexo al armario del citado cuadro.

Las conexiones se realizarán mediante bornes con elementos de apriete, dimensionadas de tal forma que sean capaces de dejar los empalmes ocultos y capaces de alojar los conductores del tamaño adecuado.

13.3. ENSAYOS

La Dirección Técnica estará facultada para la realización de los ensayos que estime oportunos, para los cuales el contratista deberá poner a su disposición los equipos, materiales y personal necesario.

Cuando el material o equipo llegue a la obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de la normativa, la recepción se realizará únicamente, comprobando sus características aparentes.



14. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

- Obligatoriamente y por escrito, el Contratista deberá dar cuenta al Ingeniero-Director del comienzo de los trabajos antes de transcurrir 24 horas de su iniciación.
- Desde que se de comienzo a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado, deberá residir en un punto próximo al de la ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él, sin previo conocimiento del Ingeniero-Director y notificándole, expresamente, la persona que durante su ausencia ha de representarle en todas las funciones.
- Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes de tipo económico emanadas del Ingeniero-Director, podrá presentarlas ante la Propiedad y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.
Contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero-Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero-Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.
- Por falta de respeto y obediencia a los Ingenieros o a sus subalternos, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturbe a buena marcha del trabajo, el Contratista tendrá la obligación de despedir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero-Director lo reclame.
- Es obligación de la Contrata, el ejecutar, cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero-Director y dentro de los límites de posibilidades, los presupuestos que se determinan para cada unidad de obra y tipo de ejecución.
El Contratista deberá emplear los materiales que cumplan las condiciones técnicas exigidas en el Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados, de acuerdo con lo especificado en dicho documento.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que, en éstos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales o aparatos colocados, sin que pueda servirles de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero-Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de hayan sido valoradas en las Certificaciones parciales de la obra.

Como consecuencia de lo anteriormente citado, cuando el Ingeniero-Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados o no reúnen éstos las condiciones estipuladas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o finalizados éstos, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo a cargo de la Contrata.



Si la Contrata no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo con lo establecido en el Artículo 14 de la Legislación Vigente.

- Si el Ingeniero-Director tuviera fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción de las obras ejecutadas, ordenará efectuar, en cualquier momento y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias, para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionasen serán de cuenta del Contratista siempre que los vicios existan realmente y en caso contrario, correrán a cargo del Propietario.

- No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero-Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contrasignados, para efectuar con ellos las comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuados en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

- Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuvieran perfectamente preparados, el Ingeniero-Director, dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas.

- Serán de cuenta y riesgo del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto, al Propietario, responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras, por insuficiencia de medios auxiliares.

- Para proceder a la recepción provisional de las obras, será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero o del Director de Obra y del Contratista o su representante, debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se dará por recibida provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se fijará en el contrato de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma, las instrucciones precisas y detalladas que el Ingeniero-Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándole un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de la obra.

- Finalizado el plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva. Si se encontraran las obras en perfecto estado de uso y conservación, se darán por recibidas definitivamente y quedará el Contratista relevado de toda responsabilidad legal derivada de la posible existencia de vicios ocultos.

En caso contrario, se procederá de idéntica forma que la preceptuada por la recepción provisional, sin que el Contratista tenga derecho a percepción de cantidad alguna en



concepto de ampliación del plazo de garantía, siendo su obligación hacerse cargo de los gastos de conservación hasta que la obra haya sido recibida definitivamente.

Además de todas las facultades particulares que corresponden al Ingeniero-Director, expresadas en los Artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en la obra se realicen, bien por si mismo o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el Pliego de condiciones de Edificación, sobre las personas y cosas situadas en la obra.

15 CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL

RECEPCIÓN PROVISIONAL

Terminadas las obras e instalaciones y como requisito previo a la recepción de las mismas, la Dirección Facultativa procederá a realizar los ensayos y medidas necesarios para comprobar que los resultados y condiciones de instalación son satisfactorios y el Contratista realizará las operaciones y modificaciones que sean necesarias para lograrlos.

Obtenidos los resultados satisfactorios, se procederá a la redacción y firma del documento de recepción provisional, a la que se acompañarán dos actas firmadas por la Dirección Facultativa y visadas por el Colegio oficial correspondiente en las que se recoja lo siguiente:

“Al término de las obras y antes de la entrada en servicio serán examinadas y comprobadas por la Dirección Facultativa, las condiciones de funcionamiento de la instalación y si las mismas son las adecuadas, se procederá a redactar el documento de recepción provisional, al que se adjuntarán las siguientes actas:

ACTA DE COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS ELÉCTRICOS

Previa comprobación sobre el terreno, se recogerán en acta firmada por la Dirección Facultativa las siguientes medidas eléctricas, que nunca podrán ser inferiores a las del proyecto y las preceptuadas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones complementarias del mismo:

a) Medición de las caídas de tensión

Con toda la instalación en marcha se medirá la tensión a la salida del Centro de Transformación y en los extremos de los diversos circuitos, comprobándose si las caídas de tensión son las admitidas.

b) Medición de tierras



Se medirá la resistencia de tierra a lo largo de los elementos que componen el circuito de tierra y se comprobará que no es inferior al límite establecido.

c) Medida de aislamiento

Con los correspondientes elementos de la instalación conectados se medirá la resistencia de aislamiento de cada circuito y la total, comprobándose que no es inferior al límite establecido.

d) Medición del factor de potencia

Se medirá el factor de potencia de la instalación estando conectados todos los elementos susceptibles de funcionar simultáneamente, comprobando que este dato se encuentra entre 0.96 y 1.

e) Comprobación del reparto de cargas

Se conectará por separado cada uno de los circuitos y se comprobará que las fases a las que están conectados son las que corresponde.

Seguidamente, se conectarán todos los elementos de la instalación y se medirá la intensidad de régimen para cada una de las fases, comprobándose que el desequilibrio es inferior al admisible.

f) Comprobación de conexiones

Se comprobará que la intensidad nominal de los cortocircuitos no supere el valor de la intensidad máxima en servicio admisible en el conductor protegido.

16 CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

- Como base fundamental de estas Condiciones Generales de Índole Económica, se establece el principio de que el Contratista deberá percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y Particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.
- El Ingeniero podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de que éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato. Dichas referencias si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del contrato.
- Se exigirá al Contratista para que cumpla lo contratado, una fianza del 10% del Presupuesto de las obras adjudicadas.
- Si el Contratista, se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para entregar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero-Director, en nombre y representación del



Propietario, las ordenará ejecutar a un tercero o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, en perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario en el caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar el total de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

- La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de ocho días, una vez firmada el acta de la recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado por medio de Certificación del Ayuntamiento, que no existe reclamación alguna contra aquel, por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.
- Los precios de las unidades de obra, así como los de los materiales, se fijarán entre el Ingeniero-Director de la obra y el Contratista o su representante, expresamente autorizado a estos efectos. El Contratista los presentará descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y aprobación de estos precios, antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.
- De los precios así acordados, se levantarán cartas, que firmarán por triplicado el Ingeniero-Director, el Propietario y el Contratista o los representantes autorizados a estos efectos por estos últimos.
- Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación y observación oportuna, no podrá, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del Presupuesto que sirve de base a la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que sobre las obras se hagan en la Memoria, por no ser este documento el que sirve de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos que el Presupuesto pueda contener, ya por variación de los precios respecto de los del cuadro correspondiente, ya por errores aritméticos en las cantidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión de contrato, señalados en los documentos relativos a las Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa, sino en el caso de que el Ingeniero-Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de 4 meses, contados desde la fecha de adjudicación.

Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del Presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho Presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

- Contratándose las obras con cierto riesgo, es natural por ello que, en principio, no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, se admite la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en



armonía con las oscilaciones de los precios en el mercado, siempre y cuando se convenga en el oportuno Contrato de Ejecución de Obras.

Por ello y en los casos de revisión de alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio antes de comenzar o continuar la ejecución de la obra, especificándose la fecha a partir de la cual se haya subido y cuando sí proceda, el acopio de materiales en la obra, en caso de que estuviesen totalmente o parcialmente abonados por el Propietario.

Si el Propietario o el Ingeniero-Director en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios que el Contratista desea percibir, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista y éste la obligación de aceptarlos, los materiales o trabajos a precios inferiores de los pedidos por el Contratista.

- El Contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado, con sujeción a los documentos del Proyecto, condiciones de la Contrata y órdenes e instrucciones que por escrito se hayan realizado, siempre dentro de las cifras a que asciendan los presupuestos aprobados.

Las obras serán abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuran en la oferta aceptada, a los precios contradictorios fijados en el transcurso de las obras, de acuerdo con lo previsto en el presente Pliego de Condiciones de Índole Económica a estos efectos, así como respecto a las partidas alzadas y obras accesorias y complementarias.

Si las obras se hubieran adjudicado por subasta o concurso, servirán de base para su valoración, los precios que figuran en el Presupuesto del Proyecto, con las mismas condiciones expresadas anteriormente para los precios de la oferta. Al resultante de la valoración ejecutada en dicha forma se le aumentará el tanto por ciento necesario para la obtención del precio de la Contrata y de la cifra obtenida se descontará la que proporcionalmente corresponda a la baja de subasta a remate.

En ningún caso, el número de unidades que se consigne en el Proyecto o en el Presupuesto, podrá servir de fundamento para reclamaciones de ninguna especie.

- Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente al de las Certificaciones de Obra expedidas por el Ingeniero-Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

- En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender los trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo que el que corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

- El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causa de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.



- El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este Artículo se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

Los incendios causados por electricidad atmosférica.

Los daños producidos por terremotos o maremotos.

Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de los ríos, superiores a las que sean de prever en el país y siempre que exista constancia inequívoca de que por el Contratista se tomaron las medidas posibles dentro de sus medios, para evitar o atenuar daños.

Los que provengan de movimientos del terreno en que están construidas las obras.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra, en ningún caso comprenderán medios auxiliares, maquinaria, instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

- No se admitirán mejoras de la obra, mas que en el caso en que el Ingeniero-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

- El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en cada momento con el valor que tengan, por Contrata, los objetos que tengan asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará en cuenta, a nombre del Propietario, para que con cargo a ella, se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se va realizando.

- Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero-Director, en representación del Propietario, antes de la recepción, procederá a disponer todo lo que fuera necesario para la atención de la guardería, limpieza y todo lo que fuera menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

- El Ingeniero-Director se niega de antemano al arbitraje de precios, después de ejecutada la obra, en el supuesto de que los precios antes contratados no sean puestos en su conocimiento previamente a la ejecución de la obra.

17. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE LEGAL

Ambas partes se comprometen a someterse, en sus diferencias, al arbitrio de amigables componedores, designados de acuerdo con las disposiciones vigentes recogidas en las Reglas de Arbitraje Privado legalmente establecidas.



El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y construcción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Ingeniero-Director haya examinado y reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios con motivo y en ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo expuesto y dispuesto a estos respectos en la Legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes perpetúan, para evitar en lo posible, accidentes a los obreros o a los viandantes, no solo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra, como huecos de escalera, ascensores etc.

De los accidentes y perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista la Legislación sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o por descuido sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras, como en las contiguas.

Será por tanto de su cuenta, el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando hubiere lugar a ello, de todos los daños y perjuicios que pudiera causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir cuando a ello fuere requerido, el justificante de tal cumplimiento.

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado etc., cuando el abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y que por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realicen, correrán a cargo de la Contrata, siempre que, en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario.

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de los Planos, Presupuesto y Pliego de condiciones y demás documentos del Proyecto.



Por parte de la Dirección Técnica, el incumplimiento del presente Pliego de Condiciones, así como modificaciones efectuadas en obra sin su consentimiento, podrá constituir causa suficiente para su dimisión como Director de la obra.

18. LIBRO DE ÓRDENES

Se dispondrá en del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

Fdo.: David Ederra Verano.
Pamplona, 13 de Marzo de 2012



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELECTRICA Y CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

PRESUPUESTO

Alumno: David Ederra Verano

Tutor: Félix Arroniz Fdez. De Gaceo

Pamplona, 22 de Junio del 2012



| | |
|--|---------|
| Índice general del presupuesto: | pag. 1 |
| Capítulo Nº1.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | pag. 3 |
| 1.1.- Línea subterránea 13,2/20 kv | pag. 3 |
| 1.2.- Obra civil | pag. 3 |
| 1.3.- Caseta del centro | pag. 3 |
| 1.4.- Aparamenta de Media Tensión | pag. 4 |
| 1.5.- Transformador | pag. 4 |
| 1.6.- Puesta a Tierra | pag. 5 |
| 1.7.- Medidas de seguridad | pag. 5 |
| Capítulo Nº2: BATERIAS DE CONDENSADORES | pag. 6 |
| Capítulo Nº3: CUADROS DE DISTRIBUCIÓN | pag. 6 |
| 3.1.- Cuadro centro de transformación | pag. 6 |
| 3.2.- Cuadro b.t. en centro de transformación | pag. 7 |
| 3.3.- Armario general | pag. 7 |
| 3.4.- Cuadro auxiliar 1 | pag. 7 |
| 3.5.- Cuadro auxiliar 2 | pag. 8 |
| 3.6.- Cuadro auxiliar 3 | pag. 8 |
| 3.7.- Cuadro auxiliar 4 | pag. 9 |
| 3.8.- Cuadro auxiliar 5 | pag. 9 |
| 3.9.- Cuadro auxiliar 6 | pag. 10 |
| 3.10.- Cuadro fresadora A | pag. 10 |
| 3.11.- Cuadro fresadora B | pag. 10 |
| 3.12.- Cuadro fresadora C | pag. 11 |
| 3.13.- Cuadro compresor | pag. 11 |
| 3.14.- Cuadro taladro | pag. 11 |
| 3.15.-Cuadro extractor y puente grua | pag. 12 |
| 3.16.- Cuadro esmeril | pag. 12 |
| 3.17.- Cuadro torno A | pag. 12 |



| | |
|--|---------|
| 3.18.- Cuadro torno B | pag. 13 |
| 3.19.- Cuadro torno C | pag. 13 |
| 3.20.- Cuadro oficinas y vestuarios | pag. 13 |
| 3.21.-Cuadro alimentación a luminarias 1 a 4 | pag. 14 |
| Capítulo Nº4: CABLES Y BLINDOBARRAS | pag. 14 |
| Capítulo Nº5: BANDEJAS Y TUBOS | pag. 16 |
| Capítulo Nº6: ALUMBRADO Y LUMINARIA DE EMERGENCIA | pag. 16 |
| Capítulo Nº7: FUERZA, MANDO Y DERIVACIÓN | pag. 17 |
| Capítulo Nº8: PUESTA A TIERRA | pag. 17 |
| Capítulo Nº9: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD | pag. 18 |
| Capítulo Nº10: RESUMEN | pag. 18 |



CAPITULO Nº1 : CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

| 1.1.- LÍNEA SUBTERRÁNEA 13,2/20 Kv | | | | |
|------------------------------------|--|----------|-------------------------|-----------|
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | TOTAL (€) |
| 1 | Mts.Cable de AL HPERZ1-3(1 x 150) mm ² .AL, 130 m Se incluye en el precio el montaje. | 36,06 | 157,71 | 5.686,92 |
| SUBTOTAL 1.1. | | | | 5.686,92 |

| 1.2.- OBRA CIVIL | | | | |
|------------------|--|----------|-------------------------|-----------|
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | TOTAL (€) |
| 1 | Zanja de 130m de longitud y 0.8m de profundidad.Preparación y acondicionamiento de espacio para instalación de edificio prefabricado de Ormazábal.. Colocación capa de arena de 0.1 m, , relleno, compactado del hueco perimetral con materiales de la excavación, rotura de muro de nave para el paso de conductores al interior de la misma, construcción de arqueta norma Iberdrola troncopiramidal de 1x1x1 m y colocación de 2 tubos corrugados de PVC de 160 mm, relleno de zanja y cinta de señalización reposición del pavimento y retirada de sobrante a vertedero.Material y Mano de obra incluida | 1 | 3.270,00 | 3.270,00 |
| SUBTOTAL 1.2. | | | | 3.270,00 |

| 1.3.- CASETA DEL CENTRO | | | | |
|-------------------------|---|----------|-------------------------|-----------|
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | TOTAL (€) |
| 1 | CASETA tipo PF- 4, eificio prefabricado de hormigón modular. Se incluye en el precio el montaje y colocación. | 1 | 6.981,00 | 6.981,00 |
| SUBTOTAL 1.3. | | | | 6.981,00 |



| 1.4.- APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN | | | | |
|--|---|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Celda de entrada-salida de Ormazabal modelo CML-24 interruptor-seccionador en SF6 de 63 A, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar, indicadores testigo presencia de tensión. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 2781 | 2781 |
| 3 | Ud. Celda de protección general de Ormazabal CMP-F-24, con fusibles. , juego de barras tripolar, indicadores testigo presencia de tensión. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 2786 | 2786 |
| 4 | Ud. Celda de medida de Ormazabal modelo CMM-24 equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, según Características en Memoria seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar, indicadores testigo presencia de tensión. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 4423 | 4423 |
| SUBTOTAL 1.4. | | | | 9.990,00 |

| 1.5.- TRANSFORMADOR | | | | |
|----------------------------|---|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Transformador trifásico de potencia, Ormazabal, Nivel de aislamiento 24 kV De interior y en baño de silicona. Potencia nominal: 400 KVA, conexión Dyn-11 Relación: 13,2/0,4 KV homologado por iberdrola Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 9.148,80 | 9.148,80 |
| 2 | Ud. Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensid. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 240,00 | 240,00 |
| 3 | Ud. Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco, termoestable de polietileno reticulado, aislamiento 12/20 KV, de 150 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 710,00 | 710,00 |



| | | | | |
|----------------------|--|------|------------------|--------|
| 4 | Ud. Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 KV de Al, de 3x240 mm ² para las fases y de 2x240 mm ² para el neutro Material y mano de obra.. Instalado. | 1 | 910,00 | 910,00 |
| 5 | Mts.Bandeja rejiband galvanizada de 300 x 60, soportes, fijaciones, tornillería etc. Material y mano de obra. Instalada. | 5 | 24,98 | 24,98 |
| 6 | Mts.Cable HEPRZ-1 de 12/20 Kv de 1 x 95 mm ² Material y mano de obra. | 8,82 | 15,00 | 132,30 |
| SUBTOTAL 1.5. | | | 11.008,80 | |

| 1.6.- PUESTA A TIERRA | | | | |
|------------------------------|---|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Tierra de servicio según código 5/48 de Unesa, incluyendo 6 picas de 2 m de longitud, de 14 mm de diámetro, a 0,8 m profundidad, 12 m de cable desnudo de cobre de 50mm ² , 50 m de cable de 50 mm ² 0.6/1kv ,soldadura aluminotérmica,conexión, Material y mano de obra. instalado | 1 | 2.600,00 | 2.600,00 |
| 2 | Ud. Tierra de protección incluyendo 6 picas de 2 m de longitud, de 14 mm de diámetro a 0,8 m de profundidad, 15 metros de cable de cobre de 50 mm ² Soldadura aluminotérmica, arqueta de puesta a tierra,elementos de conexión, Material y mano de obra. instalado. | 1 | 1.065,00 | 1.065,00 |
| 3 | Ud. Caja de seccionamiento a tierra en C.T.,incluso fijación y mano de obra de colocación y conexionado. Material y mano de obra.Instaladas. | 2 | 27,55 | 55,10 |
| SUBTOTAL 1.6. | | | 3.720,00 | |

| 1.7.- MEDIDAS DE SEGURIDAD | | | | |
|-----------------------------------|---|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Banqueta aislante, con nivel de aislamiento 24 kV | 1 | 115 | 81,25 |
| 2 | Extintor de eficacia equivalente 89B | 1 | 70 | 70 |
| 3 | Par de guantes de maniobra, nivel aislam. 24 kV | 1 | 71,25 | 71,25 |



| | | | | |
|---------------------------|---------------------------------------|---|--------|------------------|
| 4 | Pértiga aislante | 1 | 324.1 | 324,1 |
| 5 | Armario primeros auxilios | 1 | 155.25 | 155,5 |
| 6 | Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE | 1 | 13.75 | 13,75 |
| 7 | Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS | 1 | 13.75 | 13,75 |
| SUBTOTAL 1.7. | | | | 729,60 |
| TOTAL CAPÍTULO Nº1 | | | | 41.386,32 |

| CAPÍTULO Nº 2: BATERÍAS DE CONDENSADORES | | | | |
|---|--|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Batería de condensadores trifásica de 400 V y de 75 Kvar Legrand, doble aislamiento o Clase II, condensador seco encapsulado en resina de poluretano autoextinguible, bobinas encapsuladas al vacío, envolvente plástica, Material y mano de obra. instalado | 1 | 755,52 | 755,52 |
| TOTAL CAPÍTULO Nº2 | | | | 755,52 |

| CAPÍTULO Nº 3.- CUADROS DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
|--|---|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| 3.1.- CUADRO CENTRO DE TRANSFORMACION | | | | |
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Armario industrial Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 300x200x150(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guía de fijación vertical de los cables + pletinas de fijación + montantes + placas. Terminada Material y mano de obra. | 1 | 95,28 | 95,28 |
| 2 | Ud. Interruptor magnetotérmico en caja moldeada DPX 1000, 1000 A , poder de corte 22 KA, 4 polos de Legrand. Instalado Material y mano de obra. | 1 | 1.393,1 | 1.393,1 |
| SUBTOTAL 3.1. | | | | 1.488,38 |



| 3.2/ CUADRO B.T. EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | | | | |
|---|--|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 400x300x150(mm)+placas inferiores para la entrada de cables + guía de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes + regletas de puesta a tierra. Terminada Material y mano de obra. | 1 | 178,23 | 178,23 |
| 2 | Ud. Interruptor magnetotérmico,16 A, 6 KA , 2 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 25,26 | 25,26 |
| 3 | Ud. Interruptor diferencial DX-d, 16 A /30mA, 2 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 183,75 | 183,75 |
| 4 | Ud.Interruptor magnetotérmico 10A,6KA, 2P Material y mano de obra. | 3 | 24,86 | 74,58 |
| SUBTOTAL 3.2. | | | | 461,82 |
| 3.3.- ARMARIO GENERAL | | | | |
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Armario industrial Legran Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 1200x800x300(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guía de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes + regletas de puesta a tierra. Material y mano de obra. | 1 | 178,23 | 178,23 |
| 2 | Ud. Interruptor seccionador,1000 A, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 970,19 | 970,19 |
| 3 | Ud. Interruptor diferencial DX-d, 1000 A /600mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 983,48 | 983,48 |
| 4 | Ud.Interruptor magnetotérmico 40A,10KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 1 | 150,25 | 150,25 |
| SUBTOTAL 3.3. | | | | 2.282,15 |
| 3.4.- CUADRO AUXILIAR 1 | | | | |
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 400x300x150(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guía de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes + regletas de puesta a tierra. Material y mano de obra. | 1 | 178,23 | 178,23 |



| | | | | |
|---|--|---|--------|--------|
| 2 | Ud. Interruptor seccionador, 125 A, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 126,69 | 126,69 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 63 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 2 | 325,27 | 650,54 |
| 4 | Ud. Interruptor magnetotérmico 32A, 6 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 3 | 126,65 | 379,95 |
| 5 | Ud. Interruptor magnetotérmico 16A, 6 KA, 2P Legrand Material y mano de obra.. Instalado | 3 | 25,26 | 75,78 |

SUBTOTAL 3.4.**1.411,19****3.5.- CUADRO AUXILIAR 2**

| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
|-------------|--|----------|--------------------------|------------------|
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IP10 400x300x150(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guia de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes + regletas de puesta a tierra. Material y mano de obra. | 1 | 178,23 | 178,23 |
| 2 | Ud. Interruptor seccionador, 125 A, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 126,69 | 126,69 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 63 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 2 | 325,27 | 650,54 |
| 4 | Ud. Interruptor magnetotérmico 32A, 6 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 3 | 126,65 | 379,95 |
| 5 | Ud. Interruptor magnetotérmico 16A, 6 KA, 2P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 3 | 25,26 | 75,78 |

SUBTOTAL 3.5 :**1.411,19****3.6.- CUADRO AUXILIAR 3**

| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
|-------------|--|----------|--------------------------|------------------|
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IP10 400x300x150(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guia de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes + regletas de puesta a tierra. Material y mano de obra. | 1 | 178,23 | 178,23 |
| 2 | Ud. Interruptor seccionador, 125 A, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 126,69 | 126,69 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 63 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 2 | 325,27 | 650,54 |
| 4 | Ud. Interruptor magnetotérmico 32A, 6 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 3 | 126,65 | 379,95 |



| | | | | |
|----------------------|--|---|-------|-----------------|
| 5 | Ud. Interruptor magnetotérmico 16A,6 KA, 2P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 3 | 25,26 | 75,78 |
| SUBTOTAL 3.6. | | | | 1.411,27 |

| 3.7.- CUADRO AUXILIAR 4 | | | | |
|--------------------------------|--|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 400x300x150(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guía de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes + regletas de puesta a tierra. Material y mano de obra. | 1 | 178,23 | 178,23 |
| 2 | Ud. Interruptor seccionador, 125 A, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 126,69 | 126,69 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 63 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 2 | 325,27 | 650,54 |
| 4 | Ud. Interruptor magnetotérmico 32A,6 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 3 | 126,65 | 379,95 |
| 5 | Ud. Interruptor magnetotérmico 16A,6 KA, 2P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 3 | 25,26 | 75,78 |
| SUBTOTAL 3.7. | | | | 1.411,27 |

| 3.8.- CUADRO AUXILIAR 5 | | | | |
|--------------------------------|--|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 400x300x150(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guía de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes + regletas de puesta a tierra. Material y mano de obra. | 1 | 178,23 | 178,23 |
| 2 | Ud. Interruptor seccionador, 125 A, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 126,69 | 126,69 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 63 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 2 | 325,27 | 650,54 |
| 4 | Ud. Interruptor magnetotérmico 32A,6 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 3 | 126,65 | 379,95 |
| 5 | Ud. Interruptor magnetotérmico 16A,6 KA, 2P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 3 | 25,26 | 75,78 |
| SUBTOTAL 3.8. | | | | 1.411,27 |



| 3.9.- CUADRO AUXILIAR 6 | | | | |
|------------------------------------|--|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 400x300x150(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guia de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes + regletas de puesta a tierra. Material y mano de obra. | 1 | 178,23 | 178,23 |
| 2 | Ud. Interruptor seccionador,125 A, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 126,69 | 126,69 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 63 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 2 | 325,27 | 650,54 |
| 4 | Ud.Interruptor magnetotérmico 32A,6 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 3 | 126,65 | 379,95 |
| 5 | Ud.Interruptor magnetotérmico 16A,6 KA, 2P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 3 | 25,26 | 75,78 |
| SUBTOTAL 3.9. | | | | 1.411,27 |
| 3.10.- CUADRO FRESADORA - A | | | | |
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 300x200x160(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guia de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes. Material y mano de obra. | 1 | 119,26 | 119,26 |
| 2 | Ud.Interruptor magnetotérmico 16 A, 22 KA, 4P Legrand Material y mano de obra.. Instalado | 1 | 127,14 | 127,14 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 16 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 365,77 | 365,77 |
| SUBTOTAL 3.10. | | | | 612,17 |
| 3.11.- CUADRO FRESADORA - B | | | | |
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 300x200x160(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guia de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes. Material y mano de obra. | 1 | 119,26 | 119,26 |
| 2 | Ud.Interruptor magnetotérmico 16 A, 22 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 1 | 127,14 | 127,14 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 16 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 365,77 | 365,77 |
| SUBTOTAL 3.11. | | | | 612,17 |

**3.12.- CUADRO FRESADORA - C**

| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
|-----------------------|--|----------|--------------------------|------------------|
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 300x200x160(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guia de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes. Material y mano de obra. | 1 | 119,26 | 119,26 |
| 2 | Ud.Interruptor magnetotérmico 16 A, 22 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 1 | 127,14 | 127,14 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 16 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 365,77 | 365,77 |
| SUBTOTAL 3.12. | | | | 612,17 |

3.13.- CUADRO COMPRESOR

| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
|-----------------------|--|----------|--------------------------|------------------|
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 300x200x160(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guia de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes. Material y mano de obra. | 1 | 119,26 | 119,26 |
| 2 | Ud.Interruptor magnetotérmico 10 A, 22 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 1 | 124,66 | 124,66 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 10 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 365,15 | 365,15 |
| SUBTOTAL 3.13. | | | | 609,07 |

3.14.- CUADRO TALADRO

| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
|-----------------------|--|----------|--------------------------|------------------|
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 300x200x160(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guia de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes. Material y mano de obra. | 1 | 119,26 | 119,26 |
| 2 | Ud.Interruptor magnetotérmico 6 A, 22 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 1 | 134,68 | 134,68 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 10 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 194,11 | 194,11 |
| SUBTOTAL 3.14. | | | | 448,05 |

3.15.- CUADRO PUENTE GRUA Y ETRACTOR



| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
|--------------------------------|--|----------|--------------------------|------------------|
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 400x300x160(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guia de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes. Material y mano de obra. | 1 | 178,23 | 178,23 |
| 2 | Ud.Interruptor magnetotérmico 20 A, 15 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 1 | 130,82 | 130,82 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 20 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 239,28 | 239,28 |
| 4 | Ud.Interruptor magnetotérmico 16 A, 10 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 1 | 127,14 | 127,14 |
| 5 | Ud.Interruptor magnetotérmico 6 A, 10 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 1 | 134,58 | 134,58 |
| SUBTOTAL 3.15. | | | | 810,05 |
| 16.- CUADRO ESMERIL | | | | |
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 300x200x160(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guia de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes. Material y mano de obra. | 1 | 119,26 | 119,26 |
| 2 | Ud.Interruptor magnetotérmico 6 A, 15 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 1 | 134,58 | 134,58 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 6 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 194,11 | 194,11 |
| SUBTOTAL 3.16. | | | | 447,95 |
| 3.17.- CUADRO TORNO - A | | | | |
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 300x200x160(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guia de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes. Material y mano de obra. | 1 | 119,26 | 119,26 |



| 2 | Ud. Interruptor magnetotérmico 16 A, 22 KA, 4P Legrand Material y mano de obra.. Instalado | 1 | 127,14 | 127,14 |
|--|---|-----------------|---|-----------------------------|
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 16 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 365,77 | 365,77 |
| SUBTOTAL 3.17.. | | | | 612,17 |
| 3.18.- CUADRO TORNO - B | | | | |
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 300x200x160(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guia de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes. Material y mano de obra. | 1 | 119,26 | 119,26 |
| 2 | Ud. Interruptor magnetotérmico 16 A, 22 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 1 | 127,14 | 127,14 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 16 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 365,77 | 365,77 |
| SUBTOTAL 3.18. | | | | 612,17 |
| 3.19.- CUADRO TORNO - C | | | | |
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 300x200x160(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guia de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes Material y mano de obra. | 1 | 119,26 | 119,26 |
| 2 | Ud. Interruptor magnetotérmico 16 A, 22 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 1 | 127,14 | 127,14 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 16 A /300mA, 4 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 365,77 | 365,77 |
| SUBTOTAL 3.19. | | | | 612,17 |
| 3.20.- CUADRO VESTUARIOS Y OFICINAS | | | | |
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IK10 400x300x206(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guia de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes. Material y mano de obra. | 1 | 178,23 | 178,23 |



| | | | | |
|-----------------------|---|---|--------|-----------------|
| 2 | Ud. Interruptor seccionador 40 A, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 1 | 110,51 | 110,51 |
| 3 | Ud. Interruptor magnetotérmico 32 A, 10 KA, 4P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 2 | 141,29 | 282,58 |
| 4 | Ud. Interruptor diferencial DX-d, 16 A /30mA, 2 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 4 | 65,02 | 260,08 |
| 5 | Ud. Interruptor diferencial DX-d, 10 A /30mA, 2 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 5 | 60,27 | 301,35 |
| SUBTOTAL 3.20. | | | | 1.132,75 |

3.21.- CUADRO ALIMENTACIÓN LUMINARIAS 1 a 4

| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
|-----------------------|--|----------|--------------------------|------------------|
| 1 | Ud. Cuadro Legrand Atlantic – E, envolvente y puerta metálica IP66-IP67 300x200x160(mm)+placas inferiores para al entrada de cables + guia de fijacion vertical de los cables + pletinas de fijacion + montantes+ regletas de derivación (fases neutro y tierra). Material y mano de obra. | 1 | 125,26 | 125,26 |
| 2 | Ud. Interruptor magnetotérmico 16 A, 22 KA, 2P Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 1 | 61,60 | 61,60 |
| 3 | . Ud. Interruptor diferencial DX-d, 16 A /30mA, 2 polos de Legrand. Material y mano de obra. Instalado. | 1 | 65,02 | 65,02 |
| SUBTOTAL 3.21. | | | | 251,88 |

TOTAL CAPÍTULO Nº3.

18.811,47

CAPÍTULO Nº 4.- CABLES Y BLINDOBARRA

| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
|-------------|---|----------|--------------------------|------------------|
| 1 | m. Conductor Prysmian, mod. Afumex Iris Tech RZ1-K, Unipolar, Sección 1,5 mm ² , Material y mano de obra. instalado y conectado. | 385,1 | 0,45 | 173,29 |
| 2 | m. Conductor Prysmian, mod. Afumex Iris Tech RZ1-K, Unipolar, Sección 2,5 mm ² , Material y mano de obra. instalado y conectado. | 363 | 0,92 | 333,96 |
| 3 | m. Conductor Prysmian, mod. Afumex Iris Tech RZ1-K, Unipolar, Sección 4 mm ² , Material y mano de obra. instalado y conectado. | 100 | 1,05 | 105,00 |
| 4 | m. Conductor Prysmian, mod. Afumex Iris Tech RZ1-K, Unipolar, Sección 10 mm ² Material y mano de obra., instalado y conectado. | 4 | 1,41 | 5,64 |



| | | | | |
|----|--|--------|----------|-----------|
| 5 | m. Conductor Prysmian, mod. Afumex Iris Tech RZ1-K, Unipolar, Sección 240 mm ² Material y mano de obra., instalado y conectado. | 460,5 | 8,31 | 3.826,75 |
| 6 | m. Conductor Prysmian, mod. Afumex Iris Tech RZ1-K, Unipolar, Sección 300 mm ² , Material y mano de obra. instalado y conectado. | 7.5 | 16,21 | 121,57 |
| 7 | m. Canal para alumbrado, elemento recto, In 25 A, 3 derivaciones, 4 conductores , sección de fase 10 mm ² , marca Legrand, Material y mano de obra. instalada y conectada. | 49.6 | 24,58 | 1.219,17 |
| 8 | ud. Canal para alumbrado, elemento 90°, In 25 A, , 4 conductores , sección de fase 10 mm ² , marca Legrand, Material y mano de obra. instalada y conectada. | 1 | 368,56 | 368,56 |
| 9 | ud. Canal para alumbrado, elemento en "T", In 25 A, , 4 conductores , sección de fase 10 mm ² , marca Legrand, Material y mano de obra. instalada y conectada. | 1 | 368,56 | 368,56 |
| 10 | ud. Caja de acometida, In 25 A, + interruptor seccionador 20 A, marca Legrand, instalada y conectada. | 1 | 72,50 | 1.219,17 |
| 11 | Ud bridas de suspensión para anclaje a techo, tipo grapa mas gancho. marca Legrand, Material y mano de obra. instalada y conectada. | 20 | 4.45 | 89,00 |
| 12 | m. Canal para media potencia, elemento recto, In 630 A, 3 derivaciones, 4 conductores , sección de fase 295 mm ² ,AL marca Legrand, Material y mano de obra. instalada y conectada. | 108,80 | 340,54 | 35.007,51 |
| 13 | ud. Canal para media potencia, elemento 90°, In 630 A, , 4 conductores , sección de fase 295 mm ² ,AL marca Legrand, Material y mano de obra. instalada y conectada. | 2 | 836,29 | 1.672,58 |
| 14 | ud. Canal para media potencia, elemento en "T", In 630 A, , 4 conductores , sección de fase 295 mm ² ,AL marca Legrand Material y mano de obra., instalada y conectada. | 15 | 836,29 | 12.544,35 |
| 15 | ud. Caja de acometida, In 630 A, + interruptor seccionador, marca Legrand, Material y mano de obra. instalada y conectada. | 1 | 2.492,37 | 2.492,37 |
| 16 | Ud bridas de suspensión para anclaje a techo, tipo grapa mas gancho. marca Legrand, Material y mano de obra. instalada y conectada. | 32 | 6,35 | 203,20 |
| 17 | Ud Flanches para connexion a cuadro, In 630A, sección de fase 295mm ² marca Legrand, Material y mano de obra. instalada y conectada. | 6 | 639,26 | 3.835,56 |



| | | | | |
|---------------------------|---|---|------|------------------|
| 18 | Ud. Cierre final marca Legrand, Material y mano de obra. instalada y conectada. | 1 | 9,11 | 9,11 |
| 19 | Ud. Accesorios conexión, bornes, regletas y tornillería. | | | 320 |
| TOTAL CAPÍTULO Nº4 | | | | 63.576,79 |

| CAPÍTULO Nº 5.- BANDEJAS Y TUBOS | | | | |
|---|--|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | m . bandeja rejiband 60x100 g.s. de 60x100 Material y mano de obra. colocada e instalada. | 119,70 | 9,21 | 1.102,43 |
| 2 | m. Tubo rígido de PVC, diámetro 20 mm. Material y mano de obra. Instalado. | 235 | 0,55 | 129,74 |
| 3 | m. Tubo coarrugado de PVC con ánima lisa, diámetro 200 mm. Instalado Material y mano de obra.. | 14 | 1,55 | 21,70 |
| 4 | Accesorios de colocacion, grapas, tornillos, material complementario. | | | 898,00 |
| TOTAL CAPÍTULO Nº 5: | | | | 2.151,87 |

| CAPÍTULO Nº 6.- ALUMBRADO Y LUMINARIAS DE EMERGENCIA | | | | |
|---|--|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud lamparas PHILIPS cerrada IP-54 mod.Cabana con equipo y lámpara de vapor de mercurio de 250 W Material y mano de obra. Instalado | 35 | 153,45 | 5.370,75 |
| 2 | Ud. Fluorescente PHILIPS MASTER TL-D XTRA 36W/840 luminarias DISANO mod. 873 EL, Confort serie 8 (2x36).. Material y mano de obra. | 22 | 58,90 | 1.295,80 |
| 3 | Ud. Fluorescente PHILIPS MASTER TL-D XTRA 36W/840 luminarias DISANO mod. 873 EL, Confort serie 8 (2x58).. Material y mano de obra. | 1 | 61,35 | 61,35 |
| 4 | Ud lámpara metallsol de 60 W (incandescente). Material y mano de obra. | 9 | 15,25 | 137,25 |
| 5 | Ud interruptores marca Legrand Material y mano de obra. | 12 | 5,25 | 63,00 |
| 5 | Ud conmutador marca Legrand Material y mano de obra. | 2 | 5,25 | 10,50 |



| 5 | Equipo autónomo de emergencia y señalización Legrand, fluorescente tubo compacto, 16w; conectada e instalada. Material y mano de obra. | 15 | 155 | 2.325 |
|--|--|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| 6 | Etiqueta señalización salida. Colocado. | 15 | 1,5 | 22,50 |
| 7 | Etiqueta flecha. Colocado. | 10 | 1,5 | 15 |
| 8 | Accesorios de colocación, grapas, tornillos, material complementario. | | | 342 |
| TOTAL CAPÍTULO Nº 6: | | | | 9.569,65 |
| CAPITULO Nº 7.- FUERZA MANDO Y DERIVACION | | | | |
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Caja estanca de empalme y derivación 100x100x45 marca Famatel, Ref. 3003, rectangular, tapa a presión, libre de halógenos, 7 conos Material y mano de obra.. Instalado | 25 | 14,48 | 362,00 |
| 2 | Ud. Base de enchufe mural 3F + TT 32 A, 400 V. Marca Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 18 | 10,09 | 181,62 |
| 3 | Ud. Base de enchufe mural FN + TT 16 A, 230 V. Marca Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 18 | 7,14 | 128,52 |
| 4 | Ud. Base de enchufe empotrada FN + TT 16 A, 230 V. Marca Legrand. Material y mano de obra. Instalado | 25 | 5,27 | 131,75 |
| 5 | Accesorios de colocación, grapas, tornillos, material complementario. | | | 210 |
| TOTAL CAPÍTULO Nº 7. | | | | 1.013,89 |
| CAPÍTULO Nº 8.- PUESTA A TIERRA | | | | |
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | m. Conductor de cobre desnudo 35 mm², Material y mano de obra instalado y conectado. | 139 | 11,25 | 1.563,75 |
| 2 | Ud. Picas de cobre de 2 m y 14mm de diámetro, Material y mano de obra instalado. | 12 | 23,63 | 283,56 |
| 3 | Ud. Caja de toma a tierra con puente. Material y mano de obra Instalado. | 3 | 39,98 | 119,94 |
| 4 | Ud. Grapas, cable, soldaduras aluminotécnicas, conexiones, instalado. Material y mano de obra | | 742 | 742 |
| 5 | Arqueta ormigón troncopiramidal de 1x1x1. Material y mano de obra Instalado. | 1 | 398,89 | 398,89 |
| TOTAL CAPÍTULO Nº 8. | | | | 3.108,14 |



| CAPÍTULO Nº 9.- EQUIPO SEGURIDAD Y SALUD | | | | |
|---|---|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (Euros) | IMPORTE (Euros) |
| 1 | Ud. Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas, amortizable en 5 usos. | 3 | 3,5 | 10,5 |
| 2 | Ud. Arnés de seguridad con amarre dorsal, torsal y lateral. Acolchado y cinturón giro 180º para trabajos de electricidad. Certificado CE. | 2 | 55 | 110 |
| 3 | Ud. Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm, fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos. | 1 | 3,5 | 3,5 |
| 4 | Ud. Señal de seguridad triangular de 70 cm, normalizada, con trípode tubular. | 1 | 16 | 16 |
| 5 | Gafas protectoras contra impactos, antipolvos y antiempañables. | 3 | 5 | 15 |
| 6 | Ud. Protectores auditivos con arnés a la nuca. Certificado CE. | 3 | 4,5 | 13,5 |
| 7 | Ud. Juego de tapones antirruido de silicona ajustables. Certificado CE. | 3 | 0,5 | 1,5 |
| 8 | Ud. Par de guantes de uso general. Certificado CE. | 6 | 2 | 12 |
| 9 | Ud. Par de botas seguridad con puntera metálica. Certificado CE | 3 | 20 | 60 |
| 10 | Ud. Cinta balizamiento bicolor (rojo-blanco) de material plástico. | 20 | 0,7 | 14 |
| 11 | Ud. Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34ª/233B, de 6kg de agente extintor, con soporte, manómetro, boquilla con difusor, según norma UNE 23110. | 1 | 40 | 40 |
| TOTAL CAPITULO Nº 9 | | | | 296,00 |
| El precio indicado en cada apartado de los anteriores incluye el material y la mano de obra. | | | | |
| CAPÍTULO Nº 10.- RESUMEN | | | | |
| Nº DE ORDEN | CONCEPTO | | | IMPORTE (Euros) |
| 1 | TOTAL CAPITULO Nº 1 | | | 41.386,32 |
| 2 | TOTAL CAPITULO Nº 2 | | | 755,52 |
| 3 | TOTAL CAPITULO Nº 3 | | | 18.811,47 |
| 4 | TOTAL CAPITULO Nº 4 | | | 63.576,79 |



| | | | | |
|---|--|--|------------|-------------------|
| 5 | TOTAL CAPITULO Nº 5 | | | 2.151,87 |
| 6 | TOTAL CAPITULO Nº 6 | | | 9.132,85 |
| 7 | TOTAL CAPITULO Nº 7 | | | 1.013,89 |
| 8 | TOTAL CAPITULO Nº 8 | | | 3.108,14 |
| 9 | TOTAL CAPITULO Nº 9 | | | 296 |
| TOTAL PRESUPUESTO POR EJECUCIÓN MATERIAL | | | | 140.232,85 |
| El presupuesto por ejecución material asciende a: CIENTO CUARENTA MIL DOSCIENTOS TREINTA Y DOS CON OCHENTA Y CINCO EUROS. | | | | |
| PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA | | | | |
| PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL 140.232,85 Euros | | | | |
| GASTOS GENERALES (6%) 8.413,97 Euros | | | | |
| BENEFICIO INDUSTRIAL (13%) 18.230,27 Euros | | | | |
| TOTAL | PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA | | | 166.877,10 |
| El presupuesto de ejecución por contrata asciende a: CIENTO SESENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y SIETE CON DIEZ EUROS. | | | | |
| PRESUPUESTO TOTAL | | | | |
| | | | | |
| PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA | | | 166.877,10 | Euros |
| PRESUPUESTO PROYECTISTA (4%) | | | 6.675,08 | Euros |
| PRESUPUESTO DIRECCION DE OBRA (4%) | | | 6.675,08 | Euros |



| | | |
|--------------|--------------------|-------------------------|
| TOTAL | PRESUPUESTO | 180.227,26 Euros |
|--------------|--------------------|-------------------------|

El presupuesto asciende a:

**CIENTO OCHENTA MIL DOSCIENTOS
VEINTISIETE CON VEINTISEIS EUROS.**

David Ederra Verano

PAMPLONA, 22 de Junio de 2012